

uniwersytet śląski

GEOGRAPHIA

STUDIA

ET

DISSERTATIONES

tom **34**



Katowice 2012

GEOGRAPHIA
STUDIA ET DISSERTATIONES



NR 2941

uniwersytet śląski

GEOGRAPHIA

STUDIA

ET

DISSERTATIONES

tom **34**



Katowice 2012

REDAKTOR SERII: NAUKI O ZIEMI
ANDRZEJ T. JANKOWSKI

RECENZENCI

KRYSTIAN HEFFNER, WŁODZIMIERZ MARSZELEWSKI, BOLESŁAW NOWACZYK,
ALICJA SZAJNOWSKA-WYSOCKA

RADA REDAKCYJNA

WIACZESŁAW ANDRZEJCZUK (Uniwersytet Śląski, Sosnowiec), JACEK JANIA (Uniwersytet Śląski, Sosnowiec),
ANDRZEJ T. JANKOWSKI (Uniwersytet Śląski, Sosnowiec), PETER JORDAN (Uniwersytet Wiedeński, Wiedeń,
Austria), KAREL KIRCHNER (Instytut Geoniki Czeskiej Akademii Nauk, Oddział Brno, Czechy), WOŁODYMYR
KRÓL (Uniwersytet Czerniowiecki im. J. Fiedźkowicza, Czerniowce, Ukraina), JÓZSEF LÓKI (Uniwersytet Debre-
czyński, Debreczyn, Węgry), BOLESŁAW NOWACZYK (Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań), WALERIAN
A. SNYTKO (Instytut Geografii im. W.B. Soczawy, Syberyjski Oddział RAN, Irkuck, Rosja), ALICJA SZAJNOWSKA-
-WYSOCKA (Uniwersytet Śląski, Sosnowiec), TADEUSZ SZCZYPEK (Uniwersytet Śląski, Sosnowiec – przewodni-
czący)

REDAKTOR NAUKOWY
TADEUSZ SZCZYPEK

SEKRETARZ TOMU
JOLANTA PEŁKA-GOŚCINIAK

Publikacja będzie dostępna – po wyczerpaniu nakładu – w wersji internetowej:

Śląska Biblioteka Cyfrowa

www.sbc.org.pl

Spis rzeczy

Inna N. Alioszina: Analiza geoeologiczna wpływu przemysłu energetycznego obwodu irkuckiego na środowisko przyrodnicze	7
Robert Machowski: Twardość ogólna wód wybranych zbiorników wodnych w nieckach osiadania Wyżyny Śląskiej	23
Bimba B. Namżałow, Oimahmad Rahmonov, Walerian A. Snytko, Tadeusz Szczypek, Stanisław Wika: Roślinność psammofilna wschodniego wybrzeża Bajkału	37
Oimahmad Rahmonov, Tadeusz Szczypek, Tomasz Parusel: Kształtowanie się ekosystemów na terenach antropogenicznie przekształconych (na przykładzie składowiska popiołów elektrowni ciepłej)	57
Jacek Petryszyn: Porównanie sieci miejskich w sąsiadujących regionach na przykładzie „kraju” ołomunieckiego i województwa opolskiego	77

Содержание

Инна Н. Алешина: Геоэкологический анализ влияния энергетического комплекса иркутской области на природную среду	7
Роберт Маховски: Общая жесткость вод избранных водоемов в мульдах оседания на территории Силезской возвышенности	23
Бимба Б. Намзалов, Оймахмад Рахмонов, Валериан А. Снытко, Тадеуш Щипек, Станислав Вика: Псаммофитная растительность восточного побережья озера Байкал	37
Оймахмад Рахмонов, Тадеуш Щипек, Томаш Парусель: Формирование экосистем на антропогенно преобразованных территориях (на примере золоотвалов теплоэлектростанции)	57
Яцек Петрышин: Сравнение сети городов соседних регионов на основе примеров оломоуцкого края и опольского воеводства	77

Contents

Inna N. Alezhina: The Geoecological Analysis of Power Complex of the Irkutsk Region on the Environment	7
Robert Machowski: Total Water Hardness in Selected Water Reservoirs in Subsidence Depressions of the Silesian Upland	23
Bimba B. Namzalov, Oimahmad Rahmonov, Valerian A. Snytko, Tadeusz Szczypek, Stanisław Wika: The Psammophilous Steppes of the Sea Coast Lake Baikal	37
Oimahmad Rahmonov, Tadeusz Szczypek, Tomasz Parusel: Development of Ecosystems in the Areas Transformed by Human Impact – Ash Landfill of Power Station	57
Jacek Petryszyn: The Comparison of the Urban Settlement Networks in Neighbouring Regions: an Example of Olomouc ‘Kraj’ and Opole Province	77

ИННА Н. АЛЕШИНА*

Геоэкологический анализ влияния энергетического комплекса иркутской области на природную среду

Аннотация

Технологический прогресс обеспечил рост энерговооруженности человека: за последние 100–150 лет она возросла в сотни тысяч раз. Одновременно с этим увеличиваются темпы роста негативного влияния энергетического комплекса на все компоненты природной среды. В статье анализируется влияние Энергетического комплекса Иркутской области на природную среду. В целом, интенсивность и характер техногенного воздействия энергетического комплекса зависит от условий функционирования конкретного объекта электроэнергетики (линии электропередач, различные виды электростанций). Отрицательные последствия эксплуатации электростанций испытывают на себе все компоненты природной среды: атмосфера – в результате выбросов загрязняющих веществ (окислы серы и азота; зола; бенз(а)пирен; полициклические ароматические углеводороды); гидросфера – в результате сброса теплых и недостаточно очищенных вод; литосфера – в результате влияния зон шлако- и золоотвалов. Биосфера испытывает на себе опосредованное влияние в результате взаимодействия с атмо-, гидро- и литосферой.

Введение

С тех пор, как в 1873 г. первые в мире электрические лампы (лампы А.Н. Ладыгина, впоследствии усовершенствованные Т. Эдисоном в привычные для нас вольфрамовые лампы накаливания) были установлены на улицах Петербурга, с тех пор, как были построены первые электростанции и линии электропередач, энерговооруженность человека возросла с сотни тысяч раз. Одновременно с этим увеличиваются темпы роста негативного влияния энер-

* Институт географии им. В.Б. Сочавы, Сибирское отделение РАН, ул. Улан-Баторская 1, 664033 Иркутск, Россия.

гетического комплекса на все компоненты природной среды, остро встает необходимость анализа влияния объектов электроэнергетики на природную среду и поиска путей минимизации их отрицательного воздействия.

В целом, интенсивность и характер техногенного воздействия энергетического комплекса зависит от условий функционирования конкретного объекта электроэнергетики, в частности линий электропередач (ЛЭП) и различных видов электростанций. Наибольшую опасность в процессе эксплуатации ЛЭП представляет воздействие электрического поля на живые организмы и их системы. Специфика влияния предприятий энергетики на природную среду зависит от технологии производства энергии. В качестве основной геоэкологической проблемы атомных электростанций (АЭС) выступает радиоактивное загрязнение местности. Отрицательным моментом при этом является захоронение радиоактивных отходов и большое тепловое воздействие на водные экосистемы (*Инженерная экология...*, 2002; Казаков, Чинова, 2001).

Влияние гидроэлектростанций (ГЭС) проявляется в специфических нарастающих и зачастую весьма крупномасштабных изменениях природной среды. При этом выделяют две крупные зоны влияния: зона верхнего и зона нижнего бьефа. Наибольшую опасность представляет водохранилище, образующееся в районе верхнего бьефа (фот. 1). Помимо затопления больших площадей сельскохозяйственных и поселений, функционирование водохранилища приводит к развитию абразионно-аккумулятивных процессов по его берегам, изменению гидрологического и гидрогеологического режима окрестных территорий, формированию микроклиматических особенностей.



Фот. 1. Братское водохранилище – верхний и нижний бьеф (источник: интернет)

Fot. 1. Zbiornik Bracki – widok na tamę (źródło: Internet)

Зоны гидрологического и гидрогеологического влияния отчетливо прослеживаются и в районе нижнего бьефа. Здесь происходит изменение режима пойменных и грунтовых вод, причем эти изменения дифференцируются зональными и региональными условиями (*Водохранилища...*, 1986).

Анализ функционирования теплоэнергетических предприятий (ТЭС, ТЭЦ, котельные и другие) показал, что их влияние на природную среду обусловлено выбором топлива, технологией охлаждения пара, размером зоны шлако- и золоотвалов, а так же местными климатическими условиями. Тепловые электростанции или тепловые электрические станции (ТЭС) вырабатывают электрическую энергию за счет преобразования химической энергии топлива в механическую энергию вращения вала электрогенератора. Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) является разновидностью тепловых электростанций и производит не только электроэнергию, но и тепловую энергию в централизованных системах теплоснабжения (в виде пара и горячей воды, в том числе и для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов).

Отрицательные последствия эксплуатации ТЭС, ТЭЦ и котельных испытывают на себе все компоненты природной среды: атмосфера – в результате выбросов загрязняющих веществ (окислы серы и азота; зола; бенз(а)пирен; полициклические ароматические углеводороды); гидросфера – в результате сброса теплых и недостаточно очищенных вод; литосфера – в результате влияния зон шлако- и золоотвалов. Биосфера испытывает на себе опосредованное влияние в результате взаимодействия с атмо-гидро- и литосферой. Основным загрязнителем окружающей среды являются дымовые выбросы, поступающие в атмосферу от ТЭС, ТЭЦ и котельных. Качество и количество выбросов в атмосферу на прямую зависит от вида используемого топлива. Так у объектов энергетики, работающих на мазуте и природном газе землеемкость и водопотребление значительно ниже, чем у их аналогов, использующих твердое топливо, за счет отсутствия золо- и шлакоотвалов. При выработке одинакового количества электроэнергии в выбросах ТЭС и ТЭЦ, работающих на природном газе, окислов азота содержится почти в два раза меньше, а диоксида серы и золы – в десятки раз меньше, по сравнению с предприятиями энергетики, работающими на угле (Казаков, Чинова, 2001).

В настоящее время в структуре энергетического комплекса возрастает роль предприятий с нетрадиционными формами производства энергии. К ним относятся солнечные электростанции, геотермальные электростанции (ГеоТЭС), ветроэнергоустановки (ВЭУ), различные технологии по использованию биомассы, приливные и отливные электростанции, волновые энергетические преобразователи, океанические тепловые электростанции (ОТЭС) и другие. Это наиболее экологически безопасные способы получения энергии, однако, и для них характерны как общие, так и специфические проблемы в виде значительной землеемкости установок и огромных экономических затрат.

Влияния энергетического комплекса иркутской области на природную среду

Иркутская область обладает наиболее высоким энергетическим потенциалом среди субъектов Российской Федерации (рис. 1). При этом доля

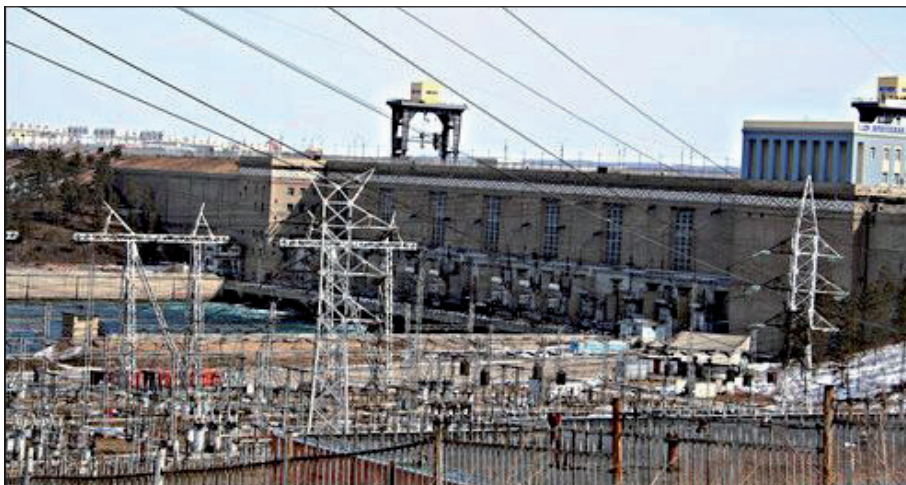


Рис. 1. Территория исследований

Rys. 1. Obszar badań

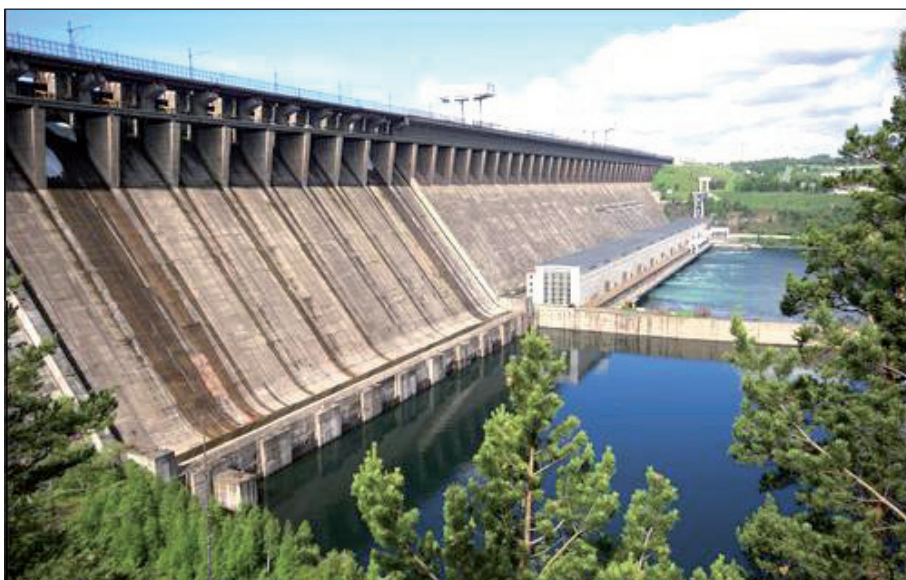
выработки электроэнергии на душу населения здесь одна из самых высоких во всем мире (по этому показателю область уступает лишь Норвегии). Энергетический комплекс региона является частью энергосистемы России, и объединяет предприятия по производству и передаче электрической и тепловой энергии для нужд народного хозяйства и населения. Его образуют предприятия ОАО „Иркутскэнерго”, ЗАО „Байкалэнерго”, ЗАО „Витимэнерго” и мелкие котельные. Остановимся на влиянии предприятий ОАО „Иркутскэнерго” – главного агента антропогенного воздействия среди пред-

приятый энергетики на окружающую среду региона. По состоянию на 2010 год на балансе ОАО „Иркутскэнерго” находились тринадцать тепло- и три гидроэлектростанции, а также тысячи километров линий электропередач (Винокуров, Суходолов, 1999) (фото 2–5).



Фот. 2. Иркутская ГЭС (источник: интернет)

Fot. 2. Irkucka elektrownia wodna (źródło: Internet)



Фот. 3. Братская ГЭС (источник: интернет)

Fot. 3. Bracka elektrownia wodna (źródło: Internet)



Фот. 4. Усть-Илимская ГЭС (источник: интернет)

Fot. 4. Ust'-Ilimska elektrownia wodna (źródło: Internet)



Фот. 5. Ново-Иркутская ТЭЦ (источник: интернет)

Fot. 5. Nowoirkucka elektrownia cieplna i ciepłownia (źródło: Internet)

Влияние линий электропередач (ЛЭП) на природную среду и здоровье человека

По территории области проходят 16 ЛЭП напряжением 220 кВ и 18 ЛЭП напряжением 500 кВ. Общая протяженность сетей Иркутской энергетической системы порядка 50 тыс. км. Для обслуживания линий объектов электроэнергетики (ЛЭП и электростанции) используется целый ряд крупных подстанций напряжением 110–220 кВ. Подстанции наряду с проводами работающих линий электропередач создают в прилегающем пространстве электрическое и магнитное поля (ЭМП) промышленной частоты. Расстояние, на которое распространяется воздействие этих полей, достигает десятков метров (Александров, 1989).

ЭМП поля являются очень сильными факторами влияния на состояние всех биологических объектов, попадающих в зону их воздействия. У жуков, комаров, бабочек и других летающих насекомых наблюдается изменение поведенческих реакций, в том числе изменение направления движения в сторону с меньшим уровнем поля. Часто встречаются аномалии в развитии растений: изменяются формы и размеры листьев, стеблей, цветков, появляются лишние лепестки. Здоровый человек также страдает от относительно длительного пребывания в зоне ЛЭП. Кратковременное облучение (минуты) способно привести к негативной реакции только у гиперчувствительных людей или у больных некоторыми видами аллергии. Например, у ряда аллергиков под действием поля ЛЭП может развиваться реакция по типу эпилептической. При продолжительном пребывании (месяцы–годы) могут развиваться заболевания преимущественно сердечнососудистой и нервной системы организма человека. При напряженности электрического поля в 10–15 кВ/м у людей возникают неблагоприятные физиологические изменения, связанные также с воздействием на мышечную ткань и органы. При этом возможно изменение кровяного давления и пульса, аритмия, повышенная нервная возбудимость. В последние годы в числе отдаленных последствий часто называются онкологические заболевания. В условиях длительного многолетнего пребывания в зоне ЛЭП негативные проявления воздействия ЭМП на здоровье человека накапливаются, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания. Особо опасны ЭМП могут быть для детей, беременных (эмбрион), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечнососудистой системы, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом (*Инженерная экология...*, 2002).

Специальных исследований по теме влияния ЭМП ЛЭП на здоровье населения Иркутской области не проводилось. Однако, тенденция общего роста сердечнососудистых заболеваний, впервые выявленных злокаче-

ственных новообразований, осложнений беременности и родов, высокий уровень перинатальной и младенческой смертности (10‰) на прямую свидетельствуют о неблагоприятной экологической ситуации в регионе в целом и косвенно о вкладе ЭМП ЛЭП в общую картину отрицательного воздействия неблагоприятной экологической обстановки на здоровье населения области.

Воздействие теплоэлектростанций (ТЭС и ТЭЦ) на природную среду

Практически все тепловые электростанции Иркутской области работают на твердом топливе (99%), в связи с чем значителен их вклад в суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух области. В 2009 г. выбросы от стационарных источников составили 273,359 тыс. т загрязняющих веществ, в том числе: твердых – 66,049 тыс. т, диоксида серы – 149,662 тыс. т, оксида углерода – 9,358 тыс. т, оксидов азота – 48,108 тыс. т. В таблице 1 приведен перечень крупнейших объектов „Иркутскэнерго”, с указанием основных загрязняющих веществ и объемов их выбросов в атмосферу (*Государственный доклад...*, 2010).

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу,
с указанием объемов выбросов по основным загрязняющим веществам

ТАБЛИЦА 1

Łość substancji zanieczyszczających wyrzucanych do atmosfery
przez największe elektrownie ciepłne „Irkutskenergo”

TABELA 1

Филиал	Объем выбросов, т/год				
	всего	в том числе			
		зола	диоксид серы	оксиды азота	оксид углерода
ТЭЦ-6 (Братск)	10 383,356	3 299,041	2 107,188	4,909,435	10,648
ТЭЦ-9 (Ангарск)	35 103,276	7 333,021	22 109,281	5,548,674	26,779
ТЭЦ-10 (Ангарск)	42 657,861	7 048,145	27 371,748	8,167,104	18,795
ТЭЦ-11 (Усолье-Сибирское)	26 098,747	6 051,561	15 464,256	4,560,808	5,898
ТЭЦ-12 (Черемхово)	4 457,651	1 441,266	2 384,049	525,201	43,748
Ново-Иркутская ТЭЦ	40 403,480	6 275,074	24 867,868	9,204,505	18,541
Ново-Зиминская ТЭЦ	23 785,954	3 791,055	17 132,367	2,816,083	10,811
Усть-Илимская ТЭЦ	20 270,522	10 116,160	5 886,162	3,805,603	49,143
Всего выбросов от всех источников теплоэнергетики в Иркутской области	249 098,227	57 677,526	143 879,384	46 273,799	305,360

За последние 10 лет произошло уменьшение выбросов твердых веществ на 14,651 тыс. т, однако количество выбросов диоксида серы и оксида азота возросло на 41,062 и 1,108 тыс. т соответственно. В целом, суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу за последние 10 лет увеличился на 16,959 тыс. т. Увеличение выбросов и изменения в качественном и количественном их составе связано с увеличением нагрузок, а также с ухудшением качества топлива (*Государственный доклад...*, 1999, 2009).

Вследствие значительного увеличения отпуска электроэнергии в 2009 г. на ТЭЦ увеличился как забор воды, так и сброс сточных вод (на 121,78 млн. м³ и на 132,17 млн. м³ соответственно по сравнению с предыдущим годом). В 2009 г. в поверхностные водные объекты предприятиями теплоэнергетики были сброшены сточные воды, содержащие большое количество загрязняющих веществ. Кроме валового сброса сульфатов, фтора, железа следует отметить также сброс марганца, меди, цинка (*Государственный доклад...*, 2009, 2010).

Основными потребителями свежей воды на иркутских ТЭЦ являются системы оборотного охлаждения с градирнями. Вода в градирнях охлаждается атмосферным воздухом. Потеря воды в градирнях происходит в результате капельного испарения водных продувков. Водная продувка применяется для предотвращения соленакопления в градирнях. Главный путь сокращения водной продувки – переход на эксплуатацию оборотных систем с высокими кратностями упаривания в сочетании с соответствующей очисткой и обработкой воды. Воздействие ТЭЦ на грунтовые воды проявляется в тепловом и химическом их загрязнении, а также в подтоплении территории в результате утечек воды из коммуникаций и сброса стоков в пруды накопителя.

Источником теплового загрязнения грунтовых вод являются воды охлаждения конденсаторов турбин в результате частичной утечки из градирен, а также пруды-накопители, в которые осуществляется сброс промышленных сточных вод, имеющих температуру от 20 до 25°C. Химическое загрязнение грунтовых вод происходит за счет поступления регенерационных и промывочных вод с водоподготовительных установок, стоков химических промывок котлов, сбросов воды после обмывки регенеративных воздухоподогревателей.

Техногенному воздействию ТЭЦ подвержен и почвенно-растительный покров. Вредные вещества, выбрасываемые предприятием в атмосферу, в основном оседают в радиусе 4–6 км. Из загрязняющих веществ наибольшую опасность для живых организмов представляют окислы ванадия. Они накапливаются преимущественно в гумусовом горизонте почв. Растительность, как естественная, так и сельскохозяйственная, испытывает воздействие кислотных осадков. В результате выпадения кислотных осадков происходит угнетение растительности, ее гибель и закисление почв. Теплоэнергетика

является поставщиком многотоннажных отходов. Следует отметить, что большинство золоотвалов исчерпали свои мощности, подлежат закрытию и нуждаются в рекультивации, как результат, оказывают значительное влияние на подземные горизонты и атмосферный воздух. Процент утилизации золошлаковых отходов очень низкий (*Государственный доклад...*, 2009).

Предприятия альтернативной энергетики, так же как и атомной, на территории области отсутствуют, хотя в регионе имеются определенные предпосылки для использования альтернативных источников энергии. В целом по области условия для эксплуатации ветроэнергоустановок недостаточно благоприятны. Среднегодовая скорость ветра в регионе не превышает 3 м/с. И лишь в некоторых прибрежных районах озера Байкал (о. Ольхон, побережье пролива Малое море) скорость ветра может достигать 40 м/с (*Климатический справочник...*, 1970). Учитывая низкую электрификацию этих районов, использование здесь ветровых энергоустановок может быть экономически и экологически оправдано.

Воздействие водохранилищ каскада Ангарских ГЭС

Каскад ангарских водохранилищ (Иркутское, Братское, Усть-Илимское) оказывает существенное влияние на природную среду региона. Изначально это искусственные водоемы энергетического назначения, сформированные по долине р. Ангары и ее притоков, линейно-вытянутой сложной конфигурации с чередованием сужений и озеровидных расширений. Имея ряд особенностей, объединяющих их в одну общую группу, ангарские водохранилища отличаются от водохранилищ европейской части России. Наиболее отличительной их чертой является характер рельефа прилегающих территорий. Эрозионная расчлененность поверхности Среднесибирского плоскогорья долинами крупных рек и их многочисленными притоками предопределила сильную изрезанность береговой линии. Коэффициент извилистости берегов ангарских водохранилищ достигает 5,5. Наряду с горизонтальной расчлененностью для рельефа плоскогорья характерен значительный эрозионный врез долин рек, обусловивший широкое распространение высоких и преимущественно крутых склонов (*Формирование берегов...*, 1976).

Большая крутизна склонов в сочетании с созданием крупных водохранилищ предопределили здесь весьма благоприятные условия для развития экзогенных геологических процессов с чертами геоэкологических катастроф таких, например, как катастрофические проявления абразии, эрозии, карста и оползней. Среди экзогенных процессов на ангарских водохранилищах наибольшее развитие, как по интенсивности, так и по масштабам проявления получили абразионные процессы (фот. 6). Ими охвачена береговая линия общей протяженностью около 3 тыс. км, что составляет



Фот. 6. Абразия на берегах Усть-Илимского водохранилища (источник: интернет)

Fot. 6. Abrazja brzegów Zbiornika Ust'-Ilimskiego (źródło: Internet)

36% от их общей длины. Общая площадь потерянных земель только за счет размыва достигает 6000 га. Процессам абразии наиболее подвержены берега Иркутского и Братского водохранилищ (фот. 7 и 8). Максимальная



Фот. 7. Абразионные берега Братского водохранилища (источник: интернет)

Fot. 7. Abrazyjne brzegi Zbiornika Brackiego (źródło: Internet)



Фот. 8. Абразия на берегах Иркутского водохранилища (источник: интернет)

Fot. 8. Abrazja brzegów Zbiornika Irkuckiego (źródło: Internet)

ширина размыва за период эксплуатации достигает здесь 200 м (табл. 2) и приурочена к берегам, формирующимся на суглинистых отложениях. Усугубляет отрицательное влияние абразии берегов водохранилищ ГЭС на окружающую среду и тот факт, что в зону размыва попадаю населенные пункты, сельскохозяйственные угодья и лесные массивы (Кусковский и др., 2000).

Кроме абразии геоэкологическую обстановку в регионе, связанную с воздействием каскада ангарских ГЭС, осложняют карст и оползни, про-

ТАБЛИЦА 2 Характеристика крупнейших водохранилищ Иркутской области

TABELA 2 Charakterystyka największych zbiorników wodnych w obwodzie irkuckim

Водохранилище	Площадь, км ²	Протяженность, км	Максимальная ширина, км	Максимальная глубина, м	Длина берегов, км	Длина абразионных берегов, км	Максимальная ширина размыва, м	Скорость абразии, м/год
Иркутское	154	55	7	35	276	134	150	3–7
Братское	5 470	570	25	150	6 000	2 100	200	18
Усть-Илимское	1 833	302	12	100	2 500	630	70	нет данных

цессы линейной эрозии. Активность сульфатного карста, связанного с гипсоангидритовыми породами кембрия определяется уречным режимом Братского водохранилища и приводит к исключению из хозяйственного использования значительных площадей прибрежных территорий. Здесь широко проявляются катастрофические деформации земной поверхности в виде провалов, воронок, рвов и т.п. явлений, зачастую провоцирующих деформации зданий и сооружений. Ширина зоны активации сульфатного карста может достигать 5–6 км, а наибольшая интенсивность провалообразования отмечается в узкой приурезовой полосе шириной до 1 км (Кусковский и др., 2000).

Оползневые процессы, хотя и присутствуют на берегах Ангарских водохранилищ, пока еще играют незначительную роль в процессах берегообразования и не оказывают сколько-нибудь существенного влияния на объекты народного хозяйства.

В отличие от оползней процессам линейной эрозии подвержено значительно больше площадей прибрежных территорий. Эрозионные формы представлены первичными и вторичными оврагами долинно-балочных систем, многочисленными бороздами, рывтинами, промоинами и мелкими оврагами на прибрежных абразионных склонах водохранилищ. Пораженность земель различными формами линейной эрозии зависит от геоморфологических особенностей территории и определяется экспозицией и крутизной склонов и в отдельных случаях может достигать 60–90% (*Государственный доклад...*, 1999).

Заключение

Энергетический комплекс Иркутской области, являясь основой экономики региона, занимает ведущие позиции в структуре экономики не только Восточной Сибири, но и России в целом. Проведенный анализ, выявил ряд геозкологических проблем, возникающих в процессе эксплуатации энергосистемы Иркутской области, связанных в первую очередь с загрязнением атмосферы, сточными водами, техногенным усилением экзогенных геоморфологических процессов, ухудшением качества жизни и здоровья населения. В связи с этим вопросы рационального функционирования и эксплуатации энергосистемы остаются актуальными и в наши дни.

Литература

- Александров Г.Н., 1989: Установки сверхвысокого напряжения и охрана окружающей среды. Ленинград, Энергоатомиздат, 215 с.
- Винокуров М.А., Суходолов А.П., 1999: Экономика Иркутской области. Т. 1. Иркутск, 276 с.
- Водохранилища и их воздействие на окружающую среду, 1986. Под ред. Г.В. Воропаева и А.Б. Авакяна. Москва, Наука, 317 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Иркутской области в 1998 году, 1999. Иркутск, 304 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Иркутской области в 2008 году, 2009. Иркутск 410 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Иркутской области в 2009 году, 2010. Иркутск, 585 с.
- Инженерная экология – учебник, 2002. Под ред. В.Т. Медведева. Москва, Гардарики, 687 с.
- Казаков Л.К., Чинова В.П., 2001: Инженерная география. Учебное пособие. Москва, ЛЭНДРОС, 286 с.
- Климатологический справочник СССР, 1970. Вып. 29. Ч. 4: Ветер. Горький, 551 с.
- Кусковский В.С., Овчинников Г.И., Павлов С.Х., Тржицинский Ю.Б., Орехова Е.С., Козырева Е.А., 2000: Экологические изменения геологической среды под влиянием крупных водохранилищ Сибири. Сибирский экологический журнал, 2, с. 135–148.

Inna N. Alioszina

ANALIZA GEOEKOLOGICZNA WPŁYWU PRZEMYSŁU ENERGETYCZNEGO OBWODU IRKUCKIEGO NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Streszczenie

Postęp technologiczny doprowadził do wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną: w ciągu ostatnich 100–150 lat zwiększyło się ono setki tysięcy razy. Jednocześnie rośnie tempo negatywnego oddziaływania przemysłu energetycznego na wszystkie składniki środowiska przyrodniczego, które w artykule analizowane jest na przykładzie obwodu irkuckiego. Intensywność i charakter oddziaływań wspomnianego przemysłu uzależnione są od warunków funkcjonowania konkretnego obiektu elektroenergetycznego (linie przesyłowe, różne rodzaje elektrowni). Negatywne skutki eksploatacji są obserwowane we wszystkich komponentach środowiska przyrodniczego: w atmosferze – wskutek zanieczyszczenia różnymi substancjami (tlenki siarki i azotu, pył, benzo(a)piren, węglowodory aromatyczne); hydrosferze – w wyniku zrzutu ciepłych i niedostatecznie oczyszczonych wód; litosferze – w efekcie wpływu stref składowania, między innymi popiołów; w biosferze koncentrują się natomiast pośrednie skutki jej interakcji z atmosferą, hydrosferą i litosferą.

THE GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF POWER COMPLEX
OF THE IRKUTSK REGION ON THE ENVIRONMENT

Summary

The technological progress has facilitated the increase in power available per person: for the last 100–150 years it has increased hundred thousand-fold. Concurrently, the growth rates of negative impact of power complexes on all components of the environment have been increasing. The paper analyzes the influence of the power complex of the Irkutsk region on the natural environment. In general, the intensity and character of the technogenic impact of a power complex depend on operation conditions of a specific object of the electric power industry (power lines, different types of power stations). Adverse effects of the power station operation extend to all components of the environment: atmosphere suffers from pollutant emissions (sulphur and nitrogen oxides, ash, benzapyrene, and polycyclic aromatic hydrocarbons); hydrosphere – in the result of thermal and insufficiently treated water discharge, and lithosphere – through the influence of ash disposal areas. Biosphere is indirectly affected in consequence of the interaction with atmo-, hydro- and lithospheres.

ROBERT MACHOWSKI*

Twierdzenie ogólne wód wybranych zbiorników wodnych w nieckach osiadania Wyżyny Śląskiej

Zarys treści

W artykule zaprezentowano wyniki badań twardości ogólnej wód zbiorników w nieckach osiadania położonych na Wyżynie Śląskiej. W rozważaniach uwzględniono stężenia wapnia i magnezu, w głównej mierze odpowiedzialnych za twardość wody. Omówiono podstawowe przyczyny różnicowania twardości ogólnej wód, z uwzględnieniem naturalnych uwarunkowań środowiskowych oraz wpływu zróżnicowanej antropopresji.

Wstęp

Wyżyna Śląska, a w szczególności obszar znajdujący się w jej centralnej części utożsamiany z Wyżyną Katowicką, charakteryzuje się zmianami środowiska przyrodniczego spowodowanymi gospodarczą działalnością człowieka. Dominującą rolę odegrała tu industrializacja (znaczna koncentracja wielu gałęzi przemysłu i górnictwa) oraz związany z nią rozwój urbanizacji. Szeroko rozumiana antropopresja objęła wszystkie elementy środowiska naturalnego. W jej wyniku na opisywanym obszarze pojawiło się wiele różnego rodzaju sztucznych form terenu. Wśród nich występują zagłębienia oraz formy wypukłe, które w dużym stopniu przyczyniły się do zatarcia naturalnych rysów rzeźby tego terenu (np.: Żmuda, 1973; Wach, 1991; Szczypek, 1995; Pełka-Gościński, 2006; Rahmonov i in., 2008).

W wielu nowych zagłębieniach terenu utrzymują się zbiorniki wodne. Największe powierzchnie mają obiekty wypełniające wyrobiska związane z eksploa-

* Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec.

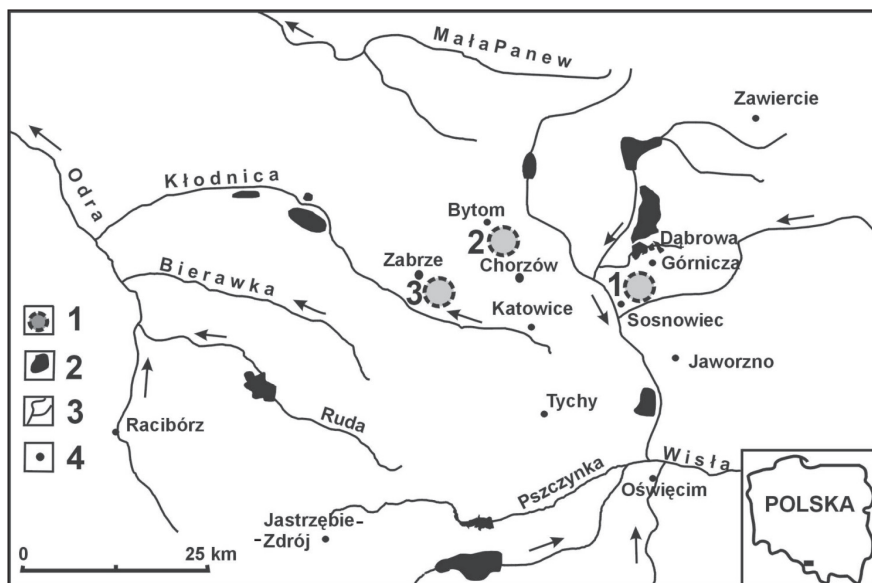
tacją plejstocénskich piasków podsadzkowych przeznaczonych dla kopalń węgla kamiennego. Na omawianym obszarze wyróżnia się kilka innych genetycznych grup antropogenicznych zbiorników wodnych (Jankowski, Wach, 1980; Jankowski, 1986; Czaja, 1999; Rzętała, 2000a). Pochodzenie tych obiektów w ogromnej większości przypadków ma ścisły związek z gospodarczą działalnością człowieka. Najpowszechniejsze na Wyżynie Śląskiej są zbiorniki powstałe jedynie przy częściowym udziale czynnika antropogenicznego, jako niezamierzony efekt gospodarczej aktywizacji regionu (Jankowski, Rzętała, 2004). Są to zbiorniki wodne w nieckach osiadania i znacznie rzadziej w zapadliskach. Zasięg ich występowania jest ograniczony do obszarów, na których prowadzona jest podziemna eksploatacja surowców mineralnych (węgla kamiennego, rud cynku i ołowiu). Efekty wgłębnej eksploatacji kopalin uwiadcniają się na powierzchni obejmującej ok. 1 tys. km² Wyżyny Śląskiej (Machowski, Rzętała, 2006a), a ocenia się, że docelowo osiadania terenu będą dotyczyć niemal 1,5 tys. km² (Dwucet i in., 1992). Zbiorniki w nieckach osiadania już od wielu lat są powszechnym elementem krajobrazu Wyżyny Śląskiej (Machowski, 2010).

Istotną cechą charakterystyczną wód limnicznych jest ich twardość ogólna (Choiński, 2007). Jest to pojęcie umowne, określane głównie na podstawie obecności w wodzie kationów dwuwartościowych. Twardość wody powodowana przez jony wapnia i magnezu nazywana jest twardością węglanową (Dojlido, 1995). Wyróżnia się także twardość niewęglanową, która stanowi różnicę między twardością ogólną a węglanową (Burchard i in., 1990). W Polsce twardość ogólną powszechnie wyraża się w milivalach na decymetr sześcienny lub w stopniach niemieckich (°n). Wynika to z braku ujednolicenia jednostek twardości wody (Choiński, 1995). Twardość ogólna wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie powinna przekraczać 500 mg CaCO₃/dm³. Wody naturalne charakteryzują się dużą zmiennością twardości, która może wahać się od ok. 1 mval/dm³ do ok. 20 mval/dm³ i więcej (Dojlido, 1995).

Jony wapnia i magnezu występujące w naturalnych wodach powierzchniowych pochodzą głównie z wymywania z warstw skalnych, zawierających w swej budowie dolomit, gips oraz magnezyt. Nie bez znaczenia są również dostawy tych związków ze ściekami przemysłowymi i komunalnymi, a także wraz ze spływem z nawożonych gleb. Stężenie wapnia w wodach powierzchniowych może osiągać kilkaset miligramów na litr (Dojlido, 1995); magnezu jest w nich znacznie mniej, jego ilość nie przekracza 100 mg/l (Hermanowicz i in., 1999). Jak podaje A. Choiński (2007), zawartość magnezu w wodach limnicznych jest zazwyczaj 4–5 razy mniejsza niż zawartość wapnia.

Cele i metody badań

Badaniami objęto 10 zbiorników wodnych w nieckach osiadania zlokalizowanych w centralnej części Wyżyny Śląskiej, a położonych w trzech obszarach podlegających osiadaniom (rys. 1). Pierwsza grupa zbiorników położona jest w Sosnowcu, w dolinie Bobrka. Obszar ten znajduje się w granicach pola górniczego KWK „Kazimierz-Juliusz” (rys. 1). Kolejne zbiorniki, stanowiące wraz z przyległymi obszarami Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy „Żabie Doły”, znajdują się na pograniczu Chorzowa i Bytomia (rys. 1). Na obszarze tym do pierwszej połowy lat dziewięćdziesiątych XX w. działalność górnicza prowadzona była przez Kombinat Górniczo-Hutniczy „Orzeł Biały” (Rogoż, Posyłek, 1999). Ostatnia grupa zbiorników znajduje się w południowej części Zabrze, w dolinie Potoku Bielszowickiego (rys. 1). Na obszarze tym działalność górniczą prowadziła KWK „Makoszowy”, a obecnie, w wyniku połączenia z KWK „Sośnica” – dwuruchowy zakład KWK „Sośnica-Makoszowy”.



Rys. 1. Położenie analizowanych zbiorników na Wyżynie Śląskiej:

1 – lokalizacja badanych zbiorników, 2 – inne ważniejsze zbiorniki wodne, 3 – sieć rzeczna, 4 – ważniejsze miasta

Fig. 1. Location of analysed reservoirs in the Silesian Upland:

1 – location of reservoirs investigated, 2 – other more important reservoirs, 3 – river net, 4 – more important cities

Podstawowym celem badań było określenie twardości ogólnej wód wybranych zbiorników wodnych w nieckach osiadania. Przeanalizowano również wpływ poszczególnych czynników kształtujących twardość, jak: budowa geologiczna, pokrycie terenu zlewni, antropopresja.

Wody do analiz fizykochemicznych pobierano raz w miesiącu przez okres trzech lat hydrologicznych (2003–2005). Stosunkowo nieznaczne rozmiary opisywanych zbiorników, jak również ich niewielkie głębokości maksymalne sprawiają, że zazwyczaj, poza okresami zlodzenia, następuje intensywne wiatrowe mieszanie wody w zbiorniku. Pozwala to zaliczyć je do zbiorników polimiktycznych (Choiński, 2007). Podobne warunki występują w zbiornikach o znacznie większych powierzchniach, które również odznaczają się niewielkimi głębokościami (Jaguś, Rzętała, 2000, 2003; Rzętała, 2000b). Między innymi z tych względów pobór prób wody przeprowadzano z brzegu, w warstwie powierzchniowej, w jednym punkcie, który uznano za reprezentatywny dla całego zbiornika. Aby zapewnić niezmiennosć składu chemicznego wody, próbki pobierano do biernych chemicznie, zaopatrzonych podwójnym korkiem, butelek z wysokociśnieniowego polietylenu o pojemności 500 ml, zalecanych przez wielu badaczy (np.: Krawczyk, 1992; Leśniok, 1996; Rzętała, 2000b). Pojemniki napełniano w efekcie zanurzenia, po uprzednim trzykrotnym przepłukaniu wodą pobieraną do analizy (Burchard i in., 1990). Po przetransportowaniu próbek do laboratorium przechowywano je w temperaturze ok. 4°C do czasu wykonania analiz. Oznaczając twardość ogólną, zawartość jonów wapnia (Ca^{2+}) oraz jonów wodorowęglanowych (HCO_3^-), stosowano metody miareczkowe, a zawartość jonów magnezu (Mg^{2+}) obliczono, korzystając z wyników kompleksometrycznego oznaczania twardości ogólnej i zawartości wapnia (Markowicz, Pulina, 1979; Krawczyk, 1992).

Tworzość ogólna wód

Przeprowadzone badania wytypowanych zbiorników wykazały, że między poszczególnymi akwenami wystąpiły dosyć istotne różnice pod względem twarzości wód. Dotyczy to nie tylko zbiorników znacznie oddalonych od siebie, ale także tych, które znajdują się w tej samej strefie osiadań (tabela 1). Jest to w dużej mierze uzależnione od warunków geologicznych, rodzaju gleb oraz stopnia antropogenicznego przekształcenia otoczenia opisywanych zbiorników. Najmniejszą twarzość spośród wszystkich badanych wykazywały zbiorniki nr 9 i 10 zlokalizowane w Zabrze, o czym świadczą wartości średnie wyliczone dla całego okresu obserwacji (tabela 1). Uzyskane dla tych zbiorników wartości wskaźników są nieco podwyższone, co pozwala zaklasyfikować je do akwenów o wodach średnio twarzych (tabela 2). Za główną przyczynę takiego stanu należy uznać usytuowanie wymienionych zbiorników na terenie pokrytym utworami piaszczystymi. Bezpośrednią zlewnię akwenów pokrywa las mieszany z przewagą gatunków iglastych (fot. 1), których ściółka dodatkowo wzmacnia wymywanie związków odpowiedzialnych za twarzość i przenoszenie ich w głąb profilu glebowego, gdzie zostają

unieruchomione. Wody o średniej twardości ma także zbiornik nr 6, wchodzący w skład zespołu przyrodniczo-krajobrazowego leżącego na pograniczu Bytomia i Chorzowa (tabela 1). Na terenie tym znajduje się również zbiornik nr 5, który jako

Minimalna, średnia i maksymalna twardość ogólna wód [$\text{mval} \cdot \text{dm}^{-3}$] badanych zbiorników TABELA 1
Minimum, average and maximum total water hardness [$\text{mval} \cdot \text{dm}^{-3}$] in reservoirs investigated TABLE 1

Numer zbiornika	2003			2004			2005			2003–2005		
	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna
1	5,30	7,02	8,55	6,70	7,82	9,00	5,25	8,00	9,45	5,30	7,61	9,45
2	7,80	10,76	13,45	9,90	12,00	15,20	7,90	10,51	12,25	7,80	11,09	15,20
3	1,60	9,64	12,85	6,20	10,64	12,70	8,50	11,14	13,75	1,60	10,47	13,75
4	4,65	7,45	12,10	4,00	9,28	12,00	7,75	10,57	14,00	4,00	9,10	14,00
5	6,15	14,50	18,25	5,00	16,92	21,90	14,05	18,73	26,00	5,00	16,72	26,00
6	1,10	5,63	7,60	3,10	6,85	8,20	5,60	7,32	8,40	1,10	6,60	8,40
7	6,50	9,50	11,05	4,00	9,35	12,10	6,50	9,70	11,15	4,00	9,52	12,10
8	1,10	5,48	9,75	4,25	7,88	11,10	7,75	10,81	14,20	1,10	8,05	14,20
9	1,00	2,93	4,70	2,90	5,77	7,80	5,35	6,70	7,60	1,00	5,13	7,80
10	1,90	2,41	3,50	2,20	5,89	8,75	5,45	6,67	7,90	1,90	4,89	8,75

Klasyfikacja twardości ogólnej wód powierzchniowych
[$\text{mval} \cdot \text{dm}^{-3}$] (wg A. Choiński, 2007)

Classification of total hardness in surface waters
[$\text{mval} \cdot \text{dm}^{-3}$] (after A. Choiński, 2007)

TABELA 2

TABLE 2

Twardość wód	Zakres
Woda bardzo miękka	0,00–1,78
Woda miękka	1,79–3,57
Woda średnio twarda	3,5–7,13
Woda twarda	7,14–10,7
Woda bardzo twarda	< 10,7

jedyny odznacza się wodami bardzo twardymi, liczącymi ponad $10,7 \text{ mval} \cdot \text{dm}^{-3}$. Jest on zasilany wodami bogatymi w związki wapnia i magnezu, które w głównej mierze odpowiedzialne są za twardość ogólną wód. Pochodzenie wymienionych jonów związane jest z ich wymywaniem z hałd zbudowanych z osadów poflotacyjnych, powstałych po przeróbce rud cynku i ołowiu (fot. 2). Przedmiotem wieloletniej eksploatacji były formacje osadów zasobne w węglany wykształcone w postaci okruszcowanego dolomitu.

Najliczniejszą grupę stanowią zbiorniki retencjonujące wody twarde (tabela 1, 2). Akwenty o takich wodach występowały we wszystkich trzech strefach osiadań, jednak dominowały w Sosnowcu. Obecność wód twardych w badanych obiektach



Fot. 1. Leśna zlewnia zbiornika nr 9 położonego w Zabrze (fot. R. Machowski)

Phot. 1. Forest catchment of reservoir No 9 located in Zabrze (phot. by R. Machowski)



Fot. 2. Hałda osadów poflotacyjnych w Zespole Przyrodniczo-Krajobrazowym „Żabie Doły” (fot. R. Machowski)

Phot. 2. Post-flotation tailing dumps in the Natural-Landscape Complex „Frog pits” (phot. by R. Machowski)

wynika nie tylko z czynników naturalnych (np. budowa geologiczna), istotny wpływ odgrywa w tym względzie także antropopresja (np. dopływ zanieczyszczonych wód, sąsiedztwo hałd). Największym zróżnicowaniem wód, jeśli chodzi o ich twardość ogólną, odznaczał się kompleks zbiorników z pogranicza Bytomia i Chorzowa, w których występowały wody średnio twarde, twarde oraz bardzo twarde (tabela 1).

Istotną cechą odnoszącą się do twardości ogólnej wód słodkich jest jej zmienność w czasie. W analizowanych zbiornikach parametr ten na przestrzeni trzech lat podlegał dosyć wyraźnym wahaniom. Najmniejsza dynamika pod tym względem charakteryzowała zbiornik nr 1, w którym minimalna wartość stanowiła nieco ponad 56% zanotowanego w nim maksimum. Niewiele większą zmienność stwierdzono w zbiorniku nr 2 (tabela 1). Natomiast w pozostałych przypadkach wartości minimalne twardości ogólnej były od kilku do kilkunastu razy mniejsze od notowanych maksimum. Dotyczyło to głównie obiektu nr 8, położonego w Zabrze, w przypadku którego maksymalna twardość ogólna wody była niemal trzynastą większa od wartości minimalnej. Obserwowane w badanych zbiornikach okresy, w których wody odznaczają się nieco mniejszą twardością ogólną, mogą być wywołane zwiększonym udziałem wód opadowych i roztopowych w ich zasilaniu. Tego typu wody cechują stosunkowo niskie wartości twardości. Natomiast wzrost opisywanego wskaźnika charakteryzującego wody limniczne badanych zbiorników w głównej mierze ma podłoże antropogeniczne. Podstawowe znaczenie w tej kwestii odgrywa dopływ zanieczyszczeń wynoszonych ze zlewni. Z uwagi na stosunkowo niewielkie możliwości retencyjne opisywanych akwenów dużego znaczenia nabiera także dostawa zanieczyszczeń atmosferycznych na drodze suchej i mokrej depozycji. Na opisywanym obszarze jeszcze w latach siedemdziesiątych XX w. opad pyłu kształtował się na poziomie 1 tys. i więcej ton na kilometr kwadratowy (Jankowski, 1990). Natomiast lata dziewięćdziesiąte XX w. to już okres znacznej poprawy warunków aerosanitarnych centralnej części Wyżyny Śląskiej. Z tego też względu w tym czasie nastąpiła wyraźna redukcja zapylenia atmosfery, a opad pyłu wynosił już tylko kilkadziesiąt ton na kilometr kwadratowy (Rzętała, 2003). Przez wiele lat w ten sposób do zbiorników dostawały się pyły, a zanieczyszczenia w formie jonowej – wraz z opadami deszczu i śniegu (Machowski, 2010).

Jak wcześniej zaznaczono, za twardość wody w głównej mierze odpowiedzialne są kationy wapnia i magnezu. Dominacja tych jonów jest typową cechą wód limnicznych. Między nimi występuje ścisła zależność, na ogół wapnia jest 4–5 razy więcej niż magnezu (Choiński, 2007). Wymienione jony w naturalnych wodach powierzchniowych pochodzą głównie z wymywania z warstw skalnych zbudowanych z dolomitu, gipsu i magnezytu. Nie bez znaczenia są dostawy tych związków wraz ze ściekami przemysłowymi i komunalnymi, a także wraz ze spływem z nawożonych gleb. Stężenie wapnia w wodach powierzchniowych może osiągać kilkaset miligramów na litr (Dojlido, 1995); magnezu jest znacznie

mniej (nie przekracza on 100 mg/l), (Hermanowicz i in., 1999). Występujący w środowisku wodnym wapń wspomaga proces eutrofizacji, gdyż jest dobrym nośnikiem dwutlenku węgla (Chojnacki, 1998).

Obserwowane w czasie badań zależności stężeń jonów wapnia i magnezu w wodach opisywanych zbiorników wykazywały prawidłowości charakterystyczne dla naturalnych wód limnicznych. We wszystkich 10 akwenach stwierdzono o wiele większe ilości wapnia niż magnezu, choć tylko w kilku z nich magnezu było 4–5 razy mniej niż wapnia. Zazwyczaj stosunek ten był nieco wyższy, co wiązać można z wpływem antropopresji na opisywane geosystemy.

W wodzie omawianych zbiorników średnie roczne stężenia wapnia w latach hydrologicznych 2003–2005 kształtowały się w granicach od 38,23 mg/dm³ w zbiorniku nr 10 do 247,49 mg/dm³ w zbiorniku nr 5 (tabela 3). Analizując zmienność średniorocznych stężeń wapnia, zaobserwowano wyraźną tendencję wzrostową w każdym z badanych obiektów. Największy wzrost, w zakresie od 234% do 240%, zanotowano w przypadku zbiorników położonych w Zabrze. Mniejsze nasilenie cechowało akweny leżące na pograniczu Chorzowa i Bytomia, w obrębie których stwierdzono wyższe stężenia wapnia, liczące od 131% do 151%. Natomiast w przypadku zbiorników z Sosnowca tendencja ta była zdecydowanie mniejsza i wynosiła jednie od 106% do 116%, z wyjątkiem zbiornika nr 4, w przypadku którego zanotowano wzrost stężeń wapnia aż o 148%. Tendencję wzrostową na przestrzeni ok. 30 lat, od lat sześćdziesiątych XX w. do końca lat dziewięćdziesiątych XX w., odnotował także W. Marszelewski (2001, 2005) w odniesieniu do jezior z Polski północno-wschodniej. Przy czym w tym przypadku wzrost stężeń wapnia wynika przede wszystkim z intensyfikacji nawożenia dużych obszarów wykorzystywanych rolniczo jako pola uprawne.

TABELA 3 Zmienność stężeń wapnia [mg · dm⁻³] w wodach badanych zbiorników

TABLE 3 Variability in calcium concentrations [mg · dm⁻³] in waters of reservoirs investigated

Numer zbiornika	2003			2004			2005			2003–2005		
	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna
1	77,15	113,73	152,30	93,19	120,24	144,29	99,20	139,03	160,32	77,15	124,33	160,32
2	115,23	162,57	197,39	143,29	168,92	205,41	152,30	173,43	195,39	115,23	168,31	205,41
3	25,05	152,14	182,36	133,27	161,66	198,40	161,32	177,60	195,39	25,05	163,80	198,40
4	69,14	116,07	190,38	106,21	146,54	176,35	143,29	171,84	205,41	69,14	144,82	205,41
5	90,18	188,54	281,56	130,26	210,75	270,54	190,38	247,49	303,61	90,18	215,60	303,61
6	21,04	80,58	116,23	87,17	103,21	120,24	83,17	121,99	150,30	21,04	101,93	150,30
7	8,02	98,45	128,26	80,16	113,48	180,36	104,21	144,62	164,33	8,02	118,85	180,36
8	17,03	67,05	124,25	56,11	103,04	153,31	124,25	157,23	178,36	17,03	109,11	178,36
9	13,03	41,92	52,10	46,09	77,99	107,21	83,17	100,62	112,22	13,03	73,51	112,22
10	28,06	38,23	52,10	39,08	75,40	123,25	65,13	91,48	120,24	28,06	67,01	123,25

Najwyższe stężenie wapnia, na poziomie $303,61 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, stwierdzono w zbiorniku nr 5 w grudniu 2005 r., a najniższe maksimum charakterystyczne było dla akwenu nr 9, w wodach którego w lipcu 2005 r. wapń występował w ilości $112,22 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tabela 3). Natomiast zmienność minimalnych stężeń wapnia zawierała się w przedziale od $8,02 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w marcu 2003 r. w zbiorniku nr 7 do $115,23 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w zbiorniku nr 2 w kwietniu 2003 r. (tabela 3). Tak duża dynamika wapnia w badanych zbiornikach wynika przede wszystkim z odmienności warunków środowiskowych panujących w ich zlewniach. Modyfikowana jest także przez istotnie zróżnicowaną antropopresję, tak charakterystyczną dla Wyżyny Śląskiej. Potwierdzeniem tych spostrzeżeń jest to, że maksymalne stężenia wapnia zanotowane w zbiorniku nr 9 są nieco niższe od minimalnych ilości tego pierwiastka w wodach zbiornika nr 2 (tabela 3).

Jak już zaznaczono, magnez w wodach badanych zbiorników był obecny w znacznie mniejszych ilościach niż wapń (tabela 3 i 4). Średnia dla okresu badań zmieniała się od $17,38 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w zbiorniku nr 1 do $77,28 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w zbiorniku nr 5 (tabela 4). O bardzo dużej dynamice zmienności tego jonu w opisywanych geosystemach świadczą również zanotowane maksima, które przewyższały od kilkunastu do nawet kilkudziesięciu razy minimalne stężenia magnezu (tabela 4). Absolutne maksimum, charakterystyczne dla akwenu nr 5, wystąpiło w grudniu 2005 r. i wynosiło $131,94 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Natomiast najniższe maksymalne stężenie magnezu w ilości $34,66 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ cechowało zbiornik nr 6 i miało miejsce w kwietniu 2004 r. (tabela 4). Minimalną obecność magnezu (na poziomie $0,24 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) w badanych wodach stwierdzono w zbiorniku nr 10 w lipcu 2003 r. Najwyższe minimalne stężenie charakterystyczne było dla akwenu nr 4; w grudniu 2003 r. wynosiło ono $4,86 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tabela 4). Obniżone wartości magnezu w antropoge-

Zmienność stężeń magnezu [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$] w wodach badanych zbiorników

TABELA 4

Variability in magnesium concentrations [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$] in waters of reservoirs investigated

TABLE 4

Numer zbiornika	2003			2004			2005			2003–2005		
	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna	mini- malna	średnia	maksy- malna
1	4,86	16,37	27,36	5,47	22,90	43,78	3,65	12,87	18,24	3,65	17,38	43,78
2	10,94	32,17	50,46	18,85	40,28	59,58	1,82	22,60	30,40	1,82	31,68	59,58
3	4,26	24,88	45,60	21,28	36,38	54,11	4,26	27,66	48,64	4,26	29,64	54,11
4	4,86	20,17	46,21	13,98	31,26	59,58	7,30	24,22	51,07	4,86	25,22	59,58
5	20,06	61,97	96,67	3,65	92,31	113,70	38,91	77,57	131,94	3,65	77,28	131,94
6	0,61	19,51	31,62	10,34	24,78	34,66	4,86	15,00	27,97	0,61	19,76	34,66
7	35,87	55,73	74,18	29,79	50,11	84,51	12,77	30,15	55,94	12,77	45,33	84,51
8	3,04	25,94	48,03	3,65	35,67	63,23	3,65	36,02	67,49	3,65	32,54	67,49
9	1,22	10,23	28,58	5,47	22,50	42,56	12,77	20,37	29,79	1,22	17,70	42,56
10	0,24	6,10	11,55	3,04	23,41	38,91	15,20	25,54	32,83	0,24	17,93	38,91

nicznie przekształconym środowisku wynikają przede wszystkim z rozcieńczającego wpływu opadów deszczu, a także topnienia pokrywy śnieżnej.

Inaczej niż w przypadku wapnia zachodziły zmiany koncentracji magnezu. Wyraźny jego wzrost dotyczył jedynie 6 badanych zbiorników, natomiast w przypadku 4 akwenów zanotowano nawet spadek koncentracji magnezu. Tak więc zmiany stężeń magnezu w obserwowanych zbiornikach przebiegały w różnych kierunkach, co wydaje się uzasadnione odmiennym oddziaływaniem antropopresji na poszczególne geosystemy. Podobne zjawisko dotyczy jezior Polski północno-wschodniej. W. Marszelewski (2001, 2005) wykazał, że wzrost magnezu był w nich bardzo nieznaczny i obejmował jeziora z siedmiu regionów fizycznogeograficznych, w których wynosił jedynie 13%. Natomiast w sześciu innych regionach nastąpił spadek koncentracji magnezu niemal o 29%.

Podsumowanie

Zbiorniki wodne wypełniające niecki osiadania bezsprzecznie są wynikiem interakcji człowieka i środowiska. Funkcjonują w środowisku jako niezamierzony efekt gospodarczej działalności prowadzonej na Wyżynie Śląskiej. Powstawały, tworzą się i będą się pojawiać niezależnie od człowieka (Jankowski i in., 2001). Obecność analizowanych zbiorników w krajobrazie zurbanizowanej Wyżyny Śląskiej pociąga za sobą wiele konsekwencji przyrodniczych oraz ekonomicznych. Tworzą one nowe nisze ekologiczne, ale są również przyczyną wielu szkód w infrastrukturze technicznej, których naprawa pochłania wymierne środki finansowe. Z tego też względu, zdaniem A.T. Jankowskiego i in. (2001), zbiorniki te są swoistym paradoksem funkcjonującym na płaszczyźnie człowiek – środowisko.

Omawiane trzyletnie badania wykazały istotny wpływ zróżnicowanej antropopresji na kształtowanie twardości ogólnej wód opisywanych zbiorników. Poszczególne akweny retencjonowały wody od średnio twardych do bardzo twardych, przy czym najliczniejszą grupę stanowiły zbiorniki o wodach twardych. Z uwagi na obecność zanieczyszczeń tylko okresowo wody były bardzo miękkie lub miękkie, a za główną przyczynę takiego stanu uznano przewagę zasilania zbiorników z opadów lub roztopów. W najbliższych latach badania twardości wody w zbiornikach w nieckach osiadania powinny być kontynuowane, aby można było wykazać nie tylko ich przetrzenie zróżnicowanie pod tym względem, ale także ewentualne zmiany wieloletnie.

Twardość wód omawianych zbiorników w głównej mierze powodowały kationy wapnia i magnezu. W przypadku wszystkich opisywanych zbiorników stwierdzono wzrost koncentracji związków wapnia; największy, w zakresie od 234% do 240%, zanotowano w zbiornikach położonych w Zabrze. Stwierdzono w nich również znacznie mniejsze ilości magnezu niż wapnia. Ponadto nie zauważono wyraźnych

wzrostowych tendencji, które dotyczyły jedynie 6 badanych zbiorników, natomiast w przypadku 4 akwenów nastąpił ubytek tych kationów. Wyliczone stosunki wapnia do magnezu zazwyczaj były o wiele wyższe niż w wodach naturalnych i niezanieczyszczonych. Za podstawową przyczynę takiego stanu należy uznać oddziaływanie antropopresji na poszczególne geosystemy.

Duża zawartość związków wapnia oraz magnezu w wodach używanych do celów technologicznych jest niepożądana. Znaczne stężenia tych jonów wpływają na powstawanie kamienia kotłowego. Z tego też względu możliwość zastosowania tych wód w przemyśle jest ograniczona. Obecność w wodzie $250 \text{ mg Mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ sprawia, że staje się ona gorzka (Dojlido, 1995). Wapń oraz magnez nie mają wpływu na stan sanitarny wody (Kowal, Świderska-Bróz, 1997), tym samym ich zawartość w wodzie pitnej nie jest limitowana. W literaturze (Burchard i in., 1990) spotyka się jednak zalecane maksymalne dawki w wodzie do picia wapnia w ilości $80 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a związków magnezu – do $30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Zbiorniki nadal będą powstawać w nieckach osiadania na obszarze Wyżyny Śląskiej, ciągle bowiem prowadzona jest na tych terenach węglbna eksploatacja węgla kamiennego. Aktualnie obserwowany wzrost retencji jest zjawiskiem pozytywnym, a nowo powstające zbiorniki wraz z najbliższym otoczeniem spełniają przede wszystkim wiele funkcji przyrodniczych. Uzyskane rezultaty mogą być pomocne w projektowaniu działań, zmierzających do poprawy stanu ekologicznego tego typu terenów. W najbliższej przyszłości można się spodziewać zdecydowanych działań, polegających na objęciu ochroną tego rodzaju obiektów wraz z ich otoczeniem.

Literatura

- Burchard J., Hereźniak-Ciotowa U., Kaca W., 1990: Metody badań i ocena jakości wód powierzchniowych i podziemnych. Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 250 s.
- Choiński A., 1995: Zarys limnologii fizycznej Polski. Poznań, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, 298 s.
- Choiński A., 2007: Limnologia fizyczna Polski. Poznań, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, 547 s.
- Chojnacki J.C., 1998: Podstawy ekologii wód. Szczecin, Wydawnictwo Naukowe Akademii Rolniczej, 177 s.
- Czaja S., 1999: Zmiany stosunków wodnych w warunkach silnej antropopresji (na przykładzie konurbacji katowickiej). Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 192 s.
- Dojlido J., 1995: Chemia wód powierzchniowych. Białystok, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, 344 s.
- Dwucet K., Krajewski W., Wach J., 1992: Rekultywacja i rewitalizacja środowiska przyrodniczego. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 152 s.
- Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J., 1999: Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Warszawa, Arkady, 556 s.

- Jaguś A., Rzętała M., 2000: Zbiornik Poraj – charakterystyka fizyczno-geograficzna. Sosnowiec, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, 82 s.
- Jaguś A., Rzętała M., 2003: Zbiornik Kozłowa Góra. Funkcjonowanie i ochrona na tle charakterystyki geograficznej i limnologicznej. Warszawa, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Komisja Hydrologiczna, 156 s.
- Jankowski A.T., 1986: Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych na obszarze uprzemysłowionym i urbanizowanym (na przykładzie Rybnickiego Okręgu Węglowego). Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 280 s.
- Jankowski A.T., 1990: The Upper Silesia region as an area of ecological calamity. In: Global change regional research centers: Scientific Problems and Concept Developments. Ed. A. Breymeyer. Warszawa, Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences, s. 118–133.
- Jankowski A.T., Molenda T., Rzętała M., 2001: Reservoirs in subsidence basins and depression hollows in the Silesian Upland – selected hydrological matters. *Limnological Review*, vol. 1, s. 143–150.
- Jankowski A.T., Rzętała M., 2004: Stan badań limnologicznych w regionie górnośląskim. W: Jeziora i sztuczne zbiorniki wodne – funkcjonowanie, rewitalizacja i ochrona. Red. A.T. Jankowski, M. Rzętała. Sosnowiec, Uniwersytet Śląski – Wydział Nauk o Ziemi, Polskie Towarzystwo Limnologiczne, Polskie Towarzystwo Geograficzne – Oddział Katowicki, s. 101–115.
- Jankowski A.T., Wach J., 1980: Uwagi o zbiornikach antropogenicznych na terenie GOP i jego obrzeżenia. W: Przeobrażenia środowiska geograficznego w obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych. Sosnowiec–Kozubnik, IGUŚ, PTG Oddział Katowicki, s. 64–76.
- Kowal A.L., Świdzka-Bróz M., 1997: Oczyszczanie wody. Warszawa, PWN, 614 s.
- Krawczyk W.E., 1992: Metody terenowej analityki wód krasowych. W: Metody hydrochemiczne w geomorfologii dynamicznej – wybrane problemy. Red. A. Kostrzewski, M. Pulina. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, s. 65–83.
- Leśniok M., 1996: Zanieczyszczenie wód opadowych w obrębie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 124 s.
- Machowski R., 2010: Przemiany geosystemów zbiorników wodnych powstałych w nieckach osiadania na Wyżynie Katowickiej. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 178 s.
- Machowski R., Rzętała M., 2006: Wyżyna Śląska i jej obrzeżenie jako „pojezierze antropogeniczne”. *Wszechświat. Pismo przyrodnicze*, T. 107, nr 1–3 [Kraków, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika], s. 45–50.
- Markowicz M., Pulina M., 1979: Ilościowa półmikroanaliza chemiczna wód w obszarach krasu węglanowego. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 68 s.
- Marszelewski W., 2001: Changes in the concentration of main cations in the lake of Northeast Poland. *Limnological Review*, vol. 1, s. 197–206.
- Marszelewski W., 2005: Zmiany warunków abiotycznych w jeziorach Polski północno-wschodniej. Toruń, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, 288 s.
- Pełka-Gościński J., 2006: Restoring nature in mining areas of the Silesian Upland (Poland). *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 31 (13), s. 1685–1691.
- Rahmonov O., Szczypek T., Wika S., 2008: Promyshlennyye otvaly kak sostavlayushchaya landshafta Yuzhnoy Polszhi. In: *Ekzogennyye processy v geologicheskoy srede. Ocenka prirodnikh opasnostey*. Red. A.T. Jankowski, E.A. Kozyreva. Irkutsk–Sosnowiec, Sibirskoe otdelenie Rossiyskoy Akademii Nauk, Institut zemnoy kory, Silezskiy universitet, Fakultet nauk o Zemle, s. 78–82.
- Rogoż M., Posyłek E., 1999: Opinia dotycząca konieczności dalszego pompowania wody w wyrobiskach rudnych ZGH „Orzeł Biały” S.A. Dokumentacja pracy badawczo-usługowej. Katowice, Główny Instytut Górnictwa [maszynopis], 30 s.

- Rzętała M., 2000a: Wybrane problemy eksploatacji i ochrony zbiorników wodnych na obszarze województwa śląskiego. W: środowisko przyrodnicze regionu górnośląskiego – stan poznania, zagrożenia i ochrona. Red. A.T. Jankowski, U. Myga-Piątek, S. Ostaficzuk. Sosnowiec, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Oddział Katowicki Polskiego Towarzystwa Geograficznego, s. 117–131.
- Rzętała M., 2000b: Bilans wodny oraz dynamika zmian wybranych zanieczyszczeń zbiornika Dzierżno Duże w warunkach silnej antropopresji. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 176 s.
- Rzętała M.A., 2003: Procesy brzegowe i osady dennie wybranych zbiorników wodnych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie Wyżyny Śląskiej i jej obrzeży). Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 147 s.
- Szczypek T., 1995: Anthropogenic relief in the eastern part of the Silesian Upland. *Quaestiones Geographicae*, Special Issue 4, s. 265–270.
- Wach J., 1991: Wpływ antropopresji na kształtowanie się rzeźby terenu województwa katowickiego. W: Człowiek i jego środowisko w górnośląsko-ostrowskim regionie przemysłowym. Materiały sympozjum polsko-czeskiego. Sosnowiec, Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, s. 115–119.
- Żmuda S., 1973: Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego konurbacji górnośląskiej. Katowice, Śląski Instytut Naukowy, 211 s.

Роберт Маховски

ОБЩАЯ ЖЕСТКОСТЬ ВОД ИЗБРАННЫХ ВОДОЕМОВ В МУЛЬДАХ ОСЕДАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СИЛЕЗСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Резюме

В статье представлены результаты исследований по общей жесткости вод в водоемах, находящихся в мутьдах оседания на территории Силезской возвышенности. Были учтены концентрации кальция и магния, которые в основном отвечают за жесткость воды. Обсуждены основные причины дифференциации общей жесткости вод с учетом естественных условий, а также влияния дифференцированного антропогенного прессинга.

Robert Machowski

TOTAL WATER HARDNESS IN SELECTED WATER RESERVOIRS IN SUBSIDENCE DEPRESSIONS OF THE SILESIAN UPLAND

Summary

The paper presents results of investigations on total water hardness of water reservoirs in subsidence depressions located in the Silesian Upland. The considerations included concentrations of calcium and magnesium as chiefly responsible for the water hardness. The author also discussed the main reasons of total water hardness variety with regard to the natural environmental conditions and the influence of varied human impact.

BIMBA B. NAMZAŁOW*, OIMAHMAD RAHMONOV**,
WALERIAN A. SNYTKO***, TADEUSZ SZCZYPEK**,
STANISŁAW WIKAAAA

Roślinność psammofilna wschodniego wybrzeża Bajkału

Zarys treści

Zaprezentowano charakterystykę piaszczystych stepów w trzech stanowiskach na wschodnim wybrzeżu Bajkału (Katkowa, Biezymiannaja, Piesczanoje) z punktu widzenia ich flory i roślinności. Na podstawie 39 zdjęć geobotanicznych opisano różnorodność fitocenotyczną wspomnianych psammostepów. W zbiorowiskach dominują nie tylko gatunki o ekologii psammofilnej: *Bromopsis korotkiji* (Drobow) Holub, *Carex sabulosa* Turcz. ex Kunth, *Oxytropis lanata* (Pall.) DC, ale także kserofity stepów górskich, jak *Artemisia ledebouriana* Besser czy *Phlojodicarpus sibiricus* (Fisch. ex Spreng.) K-Pol. Cenoflorę psammostepów tworzy 70 gatunków wyższych roślin naczyniowych, przy czym udział gatunków wspólnych w badanych stanowiskach wynosi 42,8%. Oryginalności florze tych siedlisk dodają endemity, między innymi: *Craniospermum subvillosum* Lehm., *Astragalus sericeocanus* Gontsch i *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* (Griseb.) Tzvelev.

Wstęp

Wybrzeża Bajkału, szczególnie wschodnie, stanowią swoiste laboratorium do badania procesów eolicznych, rozwijających się przede wszystkim pod wpływem wiatrów północno-zachodnich, a w mniejszym stopniu – południowo-wschodnich

* Państwowy Uniwersytet Buriacki, Katedra Botaniki, ul. Smolina 24a, 670000 Ułan-Ude, Rosja.

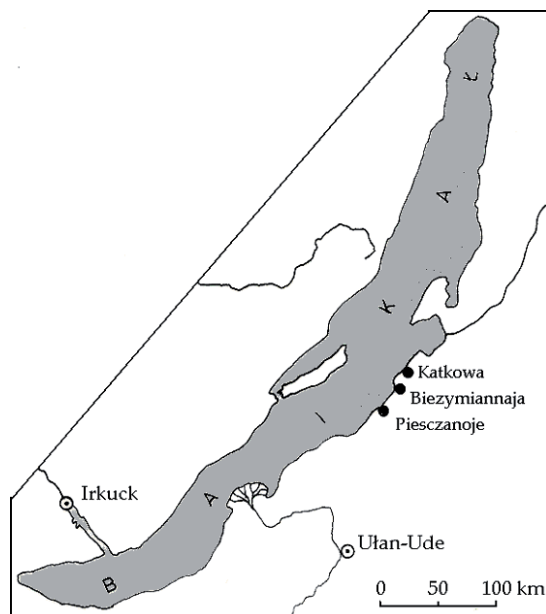
** Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec.

*** Instytut Geografii im. W.B. Soczawy, Syberyjski Oddział RAN, ul. Ułanbatorska 1, 604033 Irkuck, Rosja.

**** Uniwersytet Śląski, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice.

(Snytko, Szczypek, 2006). Geneza tych procesów jest w znacznym stopniu uwarunkowana dostarczaniem przez masy wodne jeziora wielkich ilości materiału piaszczystego, gromadzonego w strefie brzegowej, który następnie podlega rozwiewaniu i wywiewaniu. Źródłem współczesnych osadów eolicznych są również stare formy wydmore, porośnięte obecnie roślinnością leśną, stanowiącą obramowanie Bajkału.

Obiektem badań, których wyniki przedstawiono w niniejszym artykule, są trzy stanowiska piasków eolicznych położone na środkowo-wschodnim wybrzeżu Bajkału: Katkowa, Biezymiannaja i Pieszczanoje (rys. 1), a przedmiotem – rozwijająca się na tym terenie roślinność psammofilna, stanowiąca specyficzny typ stepów psammofilnych, czyli psammostepów. Są one najbardziej dynamicznym elementem struktury krajobrazów w najbliższym sąsiedztwie jeziora Bajkał. Autorzy pragną zaprezentować charakterystyczne cechy tej roślinności, a na jej podstawie – różnorodność psammostepów.



Rys. 1. Lokalizacja analizowanych stanowisk

Fig. 1. Location of investigation sites

Szczegółową charakterystykę geomorfologiczną wspomnianych stanowisk omówiono już wcześniej (Wika i in., 2002, 2003; Ovchinnikov et al., 2003, 2006; Namzalov et al., 2008 i in.). Należy zatem tylko przypomnieć, że rozwijająca się współcześnie na analizowanym obszarze rzeźba eoliczna ma typowy charakter deflacyjny. Wszystkie dawne, utrwalone formy wydmore zostały prawie całkowicie zniszczone przez wiatr, a na ich miejscu pozostały wypukłe

i wklęsłe formy z rozwiewania, a także – mniej lub bardziej rozległe – płaszczyzny deflacyjne. Nawet niewielka ingerencja antropogeniczna sprzyja tu aktywizacji procesów eolicznych, w trakcie których powstają nowe formy rzeźby, w tym także niewielkie akumulacyjne (Wika i in., 2002).

Metody badań i materiał

Zdjęcia geobotaniczne wykonywano na wytypowanych powierzchniach o rozmiarach 10 m × 10 m, natomiast w przypadkach, gdy powierzchnie fitocenoz były mniejsze niż 100 m² – w granicach ich konturów.

Charakterystyka porównawcza zbiorowisk psammostepów w stanowisku Katkova

Comparative characteristics of psammosteppe communities at Katkova site

TABELA 1

TABLE 1

Gatunki roślin	Stalość [%]	Charakterystyczne fitocenozy				
		<i>Oxytropis lanata</i> – <i>Festuca rubra</i> ssp. <i>baicalensis</i> część przygrzbietowa wydmy	<i>Artemisia ledebouriana</i> – <i>Oxytropis lanata</i> grzbiet wydmy	<i>Bromopsis korotkiji</i> – <i>Festuca rubra</i> ssp. <i>baicalensis</i> łagodne podnóże wydmy	<i>Oxytropis lanata</i> – <i>Bromopsis korotkiji</i> proksymalny stok ostańca o ekspozycji SW	<i>Corispermum ulopterum</i> – <i>Leymus secalinus</i> część przygrzbietowa wydmy
		OPR 5–10% 5/12.07.2002	OPR 20–30% 6/12.07.2002	OPR 5% 7/12.07.2002	OPR 10–12% 9/12.07.2002	OPR 30% 6/12.07.2002
<i>Scrophularia incisa</i>	100	+	+	+	+	+
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>baicalensis</i>	77,7	4	2	3		
<i>Oxytropis lanata</i>	77,7	2gr	3–4	2	2gr	
<i>Aconogonon angustifolium</i>	66,6	+	1+	+		1–2
<i>Alyssum obovatum</i>	66,6		2	+	+	+
<i>Artemisia ledebouriana</i>	55,5	2	3			
<i>Bromopsis korotkiji</i>	55,5			2	3	+
<i>Corispermum ulopterum</i>	33,3				2	2
<i>Leymus secalinus</i>	33,3				1–2	4
<i>Craniospermum subvillosum</i>	11,1				+	
<i>Nonea pulla</i>	11,1				1	
<i>Alyssum obovatum</i>	11,1	1–2				
<i>Isatis oblongatum</i>	11,1					
<i>Chamerion angustifolium</i>	11,1				r	
<i>Stereocaulon condensatum</i>						
<i>Artemisa bargusinensis</i>	11,1		r	+		
<i>Leymus littoralis</i>	11,1					
<i>Pinus sylvestris</i>	11,1					

Nazwy gatunków podano za *Flora Rossii* (1988–1997), częstość gatunków w zdjęciach geobotanicznych w stopniach wg Brauna-Blanqueta zgodnie z porównawczą skalą Yu.N. Neshataeva (2001). Stalość gatunków określono na podstawie 9 zdjęć. W dolnym wierszu główki tabeli podano liczbę gatunków i datę wykonania zdjęcia.

W trakcie obserwacji terenowych pokrycie projekcyjne roślinności trawiastej określano w procentach, natomiast liczebność poszczególnych gatunków – zgodnie z 7-stopniową skalą Brauna-Blanqueta: *r* – gatunki bardzo rzadkie, 1–3 egzemplarze; + – rozrzedzone lub pokrywające mniej niż 1% powierzchni płatu; 1 – liczne, ale pokrywające mniej niż 5% powierzchni lub rozrzedzone, lecz z większym pokryciem; 2 – pokrycie od 5% do 25% powierzchni; 3 – pokrycie od 25% do 50% powierzchni; 4 – pokrycie od 50% do 75%; 5 – pokrycie przekraczające 75% powierzchni.

Do analizy porównawczej zbiorowisk posłużyło 9–11 konkretnych zdjęć z powierzchni badawczych. Stałość występowania gatunków [%] była określana na podstawie ich obecności we wszystkich zdjęciach w danym stanowisku. Na przykład w tabeli 1 częstość występowania gatunków w zbiorowiskach psammofilnych (psammostepach) stanowiska Katkowa została określona na podstawie analizy 9 zdjęć geobotanicznych. Gatunek stwierdzony we wszystkich zdjęciach osiąga stałość 100%, jak w przypadku *Scrophullaria incisa*. Pozostałe gatunki cechują niższe wartości. *Artemisia ledebouriana* został wykazany w 5 zdjęciach, zatem jego stałość wynosi 55,5%. Jeśli gatunek został odnotowany w tabeli, ale bez wartości wskaźnika w kolumnie, to oznacza to, że dana roślina nie występowała w obrębie 5 charakterystycznych fitocenoz zamieszczonych w tabeli.

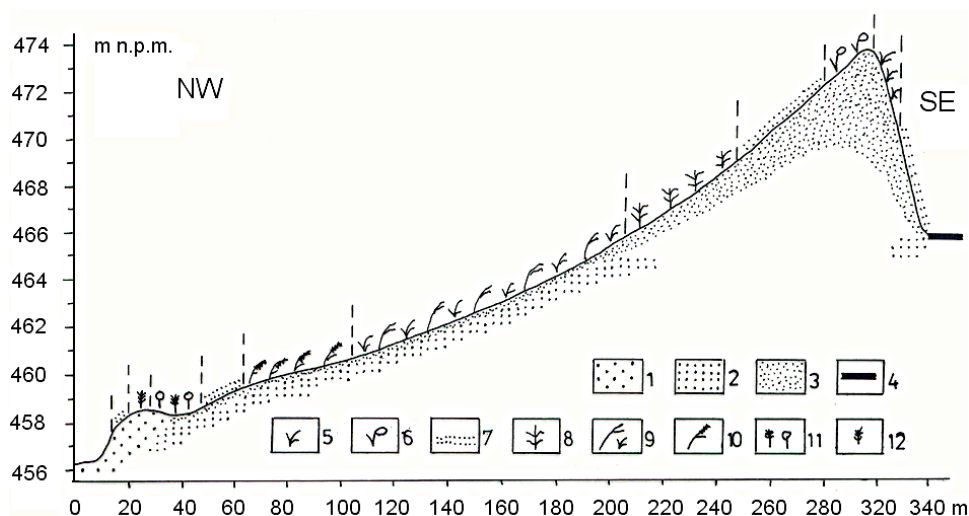
Charakterystyka psammostepów

Katkowa

W granicach stanowiska Katkowa wykonano 13 zdjęć geobotanicznych, w tym 9 wzdłuż profilu przez rozwieraną wydmy (por. rys. 2), a 3 odnoszą się do charakterystyki jednej z typowych kombinacji (jednostek sigma w ujęciu syntaksonomów) roślinności na ostańcu deflacyjnym rozwieranym przez wiatr.

Fitocenozy ze stanowiska Katkowa należą przede wszystkim do psammostepów (11 zdjęć), natomiast w niewielkim stopniu (2 zdjęcia) do zbiorowisk leśno-krzewiastych. W składzie roślinności można wyróżnić ugrupowania złożone z młodych okazów sosny (*Pinus sylvestris*), posadzonych w celu osłabienia procesów deflacyjnych. Gatunek ten w zasadzie się nie przyjął, poszczególne osobniki są osłabione w efekcie oddziaływania wiatrów, towarzysząca im pokrywa trawiasta jest skrajnie rozrzedzona i uboga pod względem gatunkowym (3–5 gatunków na 100 m² powierzchni; fot. 1). Największa liczebność charakteryzuje: *Scrophullaria incisa*, *Oxytropis lanata* (fot. 2) i *Artemisia ledebouriana*. Tę synuzję można trak-

tować jako element strukturalny zespołu *Oxytropido lanatae-Festucetum baicalensis* (Chytrý, Pešout, Anenichonov, 1993), związku *Oxytropidion lanatae* (Brzeg, Wika, 2001).



Rys. 2. Przekrój ekologiczno-fitocenotyczny przez płaszczyznę deflacyjną i wydmy w stanowisku Katkova (12.07.2002):

1 – współczesne utwory jeziorne; 2 – plejstoceńskie utwory jeziorno-rzeczne; 3 – piaski eoliczne; 4 – szosa; 5 – psammostep *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* + *Oxytropis lanata* + *Artemisia ledebouriana* w przygrzbietowej części wydmy z pojedynczym udziałem *Scrophularia incisa*; ogólne projekcyjne pokrycie roślinnością (OPR) 5–10%; 6 – psammostep *Oxytropis lanata* + *Artemisia ledebouriana* na grzbietowej części wydmy; OPR 20–30%; 7 – pojedyncze okazy *Artemisia ledebouriana*, *Scrophularia incisa*, *Aconogonon angustifolium*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* i innych gatunków na rozwijanym stoku o ekspozycji NW; nachylenie do 5°; 8 – las sosnowy z ubogim runem trawiastym *Pinus sylvestris* – *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* w dolnej, łagodniej nachylonej części stoku; nasadzenia fitomelioracyjne; 9 – psammostep *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* + *Bromopsis korotkiji* + *Oxytropis lanata* na łagodnym podnóżu wydmy; OPR 5%; 10 – psammostep *Bromopsis korotkiji* + *Oxytropis lanata* + *Corispermum ulopterum*; OPR 10–12%; 11 – psammostep *Leymus secalinus* – *Corispermum ulopterum*; OPR 30%; 12 – psammofilne ugrupowanie z *Leymus secalinus*; OPR 3–5%

Fig. 2. Ecological phytocoenological cross-section through the deflation surface and the dune at Katkova site (12.07.2012):

1 – present lacustrine deposits; 2 – Pleistocene lacustrine-alluvial deposits; 3 – aeolian sands; 4 – road; 5 – psammostepe *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* + *Oxytropis lanata* + *Artemisia ledebouriana* with *Scrophularia incisa*; 6 – psammostepe *Oxytropis lanata* + *Artemisia ledebouriana*; 7 – single specimens: *Artemisia ledebouriana*, *Scrophularia incisa*, *Aconogonon angustifolium*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*; 8 – pine forest *Pinus sylvestris* – *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*; 9 – psammostepe *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* + *Bromopsis korotkiji* + *Oxytropis lanata*; 10 – psammostepe *Bromopsis korotkiji* + *Oxytropis lanata* + *Corispermum ulopterum*; 11 – psammostepe *Leymus secalinus* – *Corispermum ulopterum*; 12 – psammostepe with *Leymus secalinus*



Fot. 1. Ogólny widok stanowiska Katkowa – osłabione okazy sosny *Pinus sylvestris* (fot. T. Szczypek)

Phot. 1. General view of Katkova site – *Pinus sylvestris* (phot. by T. Szczypek)



Fot. 2. Ostrolódyczka wełnista *Oxytropis lanata* (fot. T. Szczypek)

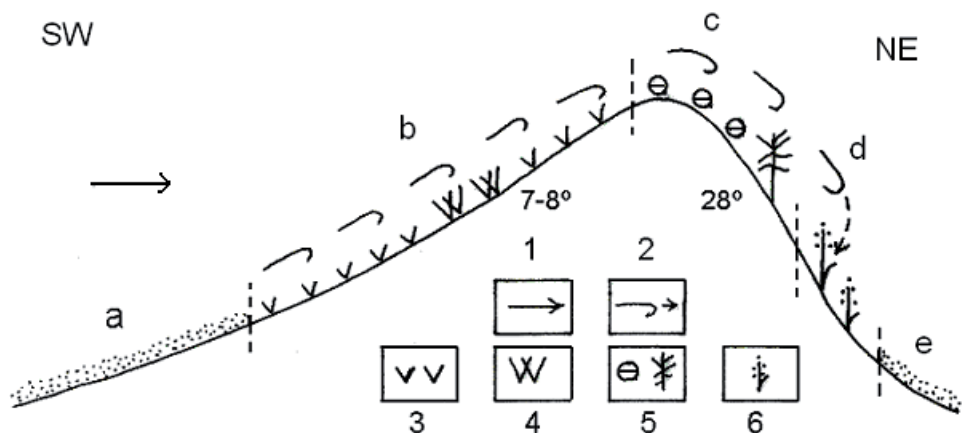
Phot. 2. *Oxytropis lanata* (phot. by T. Szczypek)



Fot. 3. Ostańce deflacyjne w stanowisku Katkowa (fot. T. Szczypek)

Phot. 3. Deflation remnants in the Katkova site (phot. by T. Szczypek)

W przestrzennej organizacji kompleksów krajobrazowych opisywanego stanowiska piaszczystego jedną z kluczowych pozycji zajmuje roślinność ostańców deflacyjnych (Wika i in., 2002; fot. 3). Jako przykład może służyć struktura jednej z fitokombinacji na ostańcu deflacyjnym (rys. 3). Forma ta tworzy asymetryczny wał z linią grzbietową o przebiegu SW–NE, ułożoną prostopadle w stosunku do panujących wiatrów. Ich oddziaływanie w postaci deflacji i częściowo akumulacji materiału doprowadziło do przemodelowania wcześniej istniejącej tu wydmy poprzecznej w wyraźny ostaniec. W ukształtowaniu tej formy obserwuje się rozwiewane podnóże i łagodny stok proksymalny o nachyleniu do ok. 8° , dość stabilny grzbiet oraz stromy (28°) stok dystalny, graniczący z korytarzem i niecką deflacyjną. Na tym stromym stoku dystalnym zachodzą nie tylko procesy akumulacji bardzo drobnego i pylastego piasku wskutek wstecznych zawirowań strumienia powietrza, ale także wywiewania i rozwiewania materiału. Ze względu na oddziaływanie na omawianej formie różnych pod względem charakteru i intensywności procesów eolicznych na poszczególnych elementach morfologicznych wspomnianego ostańca rozwijają się określone zbiorowiska i fitokombinacje, charakteryzujące się odpowiednią strukturą i składem (Namzalov i in., 2003).



Rys. 3. Schemat rozmieszczenia roślinności wzdłuż profilu przez ostaniec deflacyjny (stanowisko Katkova):

1 – kierunek dominujących wiatrów, 2 – transport i akumulacja piasku eolicznego, a – strefa maksymalnej deflacji – czysty piasek, b – psammokompleks na powierzchni dowietrznej: 3 – ugrupowanie *Scrophularia incisa* + *Bromopsis inermis* na bardziej dynamicznych powierzchniach bez drobnych cząstek, 4 – psammostep *Oxytropis lanata*-*Artemisia ledebouriana* na mniej dynamicznych powierzchniach z drobnymi cząstkami; c – część odwietrzna: 5 – mało zwarte zarośla *Rhododendron dauricum*-*Empetrum nigrum*-*Larix sibirica*; d – strefa maksymalnej akumulacji, piasek drobnoziarnisty: 6 – psammostep *Artemisia ledebouriana*-*Festuca rubra* ssp. *baicalensis*; e – strefa deflacji; piasek gruboziarnisty, zupełnie pozbawiony roślinności

Fig. 3. Distribution of vegetation on the deflation remnant (Katkova site):

1 – direction of predominant winds, 2 – streams of aeolian accumulation of sand, a – zone of maximum deflation, pure sand, b – psammocomplex on windward slope: 3 – psammosteppe with *Scrophularia incisa* + *Bromopsis inermis* on dynamic surfaces without fine particles, 4 – psammosteppe with *Oxytropis lanata* + *Artemisia ledebouriana* on less dynamic surfaces with fine material; c – lee side: 5 – sparse community with *Rhododendron dauricum*-*Empetrum nigrum*-*Larix sibirica*; d – zone of maximum accumulation, fine sand: 6 – psammosteppe with *Artemisia ledebouriana*-*Festuca rubra* ssp. *baicalensis*; e – zone of deflation: coarse sand, without vegetation

Podnóże stoku dowietrznego zajmuje pas czystego piasku (rys. 3a), występujący w strefie intensywnej deflacji. Diasporom roślin trudno utrzymać się w podłożu, a kielki giną w najwcześniejszych etapach ontogenezy.

Dalej, na łagodnie nachylonym stoku (7–8°) o ekspozycji północno-zachodniej, aż do samej linii grzbietowej ostańca działają procesy deflacji selektywnej, która prowadzi do pojawiania się powierzchni mikroobniżień o głębokości 1–3 cm. W tych miejscach deflacja jest nieco osłabiona, co prowadzi do ich utrwalania przez zbiorowiska psammofilne (rys. 3b, V), w odróżnieniu od powierzchni płaskich i nieco wyniesionych z ripplemarkami eolicznymi (rys. 3b, W), gdzie występują siewki roślin wyższych. Tę mikrokombinację roślinności można traktować jako psammokompleks, składający się z dwóch elementów: V i W. Zaprezentujemy teraz charakterystykę cenoz zbiorowisk kompleksu.

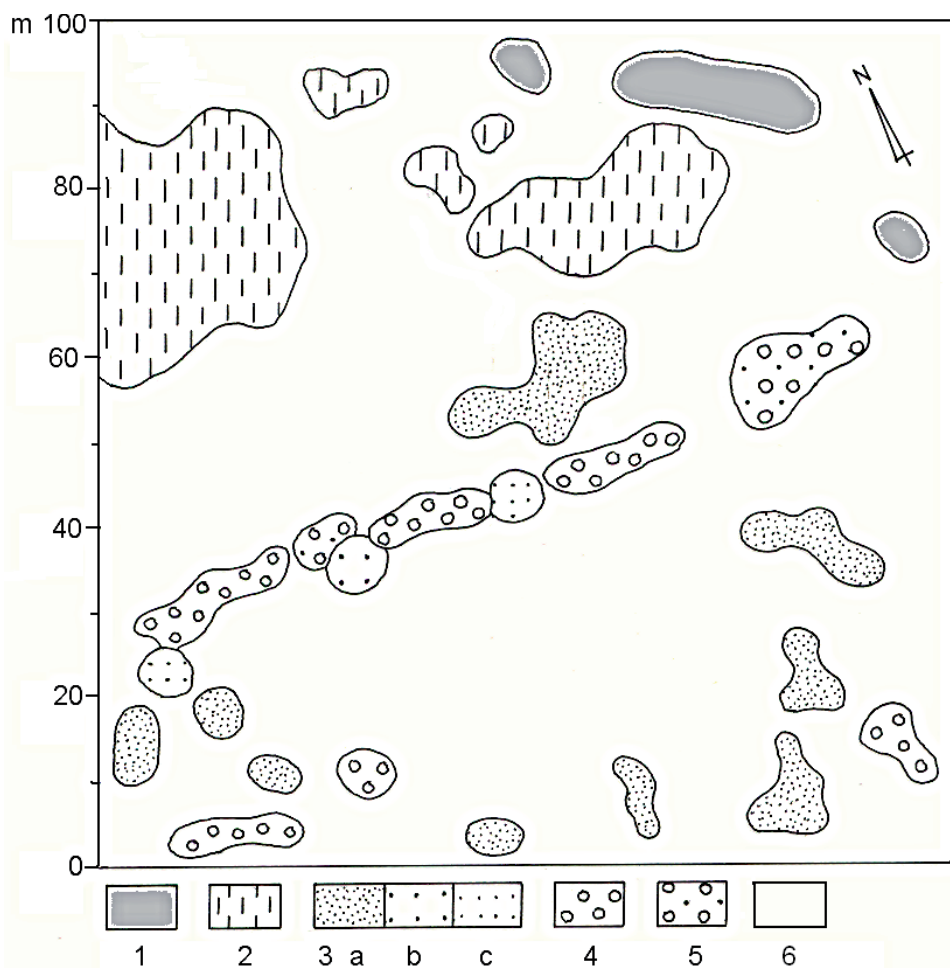
Element 1 (V): zbiorowisko (ugrupowanie) trędownikowo-stokłosowe *Scrophularia incisa* + *Bromopsis korotkiji* z pojedynczymi okazami *Oxytropis lanata*.

Powierzchnia płata wynosi 40 m². Ogólne pokrycie roślinnością trawiastą (OPR) sięga 5–7%. Skład gatunkowy: *Bromopsis korotkiji* (4), *Scrophullaria incisa* (4), *Artemisia ledebouriana* (1), *Aconogonon angustifolium* (+1gr), *Oxytropis lanata* (+).

Element 2 (W): psammostep ostrołódeczkowo-piołunowy *Oxytropis lanata* + *Artemisia ledebouriana*. Występuje w postaci pasa wyciągniętego wzdłuż wału. Prawdopodobnie stanowi wcześniejsze stadium roślinne w rozwoju powierzchni morfogenetycznych na stoku ostańca, na co pośrednio wskazuje obecność kilku egzemplarzy *Bromopsis korotkiji*. Powierzchnia płata wynosi 20 m². OPR o strukturze placowo-agregatowej liczy 15–20%. Poszczególne place cechują się pokryciem do 35–40%. Cenozę buduje 8 gatunków: *Artemisia ledebouriana* (4), *Oxytropis lanata* (3–4), *Alyssum obovatum* (1–2), *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* (1–2gr), *Scrophullaria incisa* (+), *Bromopsis korotkiji* (1+), *Aconogonon angustifolium* (+), *Rhododendron dauricum* (+gr). Stosunek elementów w kompleksie V : W = 6 : 4.

W przygrzbietowej części stoku ostańca o ekspozycji SE występują w istocie relikty zbiorowisk roślinnych pierwotnej rzeźby wydmorej, rozczłonkowanej później na wiele form ostańcowych. Uwagę zwraca obecność na stoku suchego okazu limby syberyjskiej *Pinus sibirica*, liczącego 340–400 lat. Cenoza tego wąskiego pasa tworzy jakby parcelę facji tajgowej, rozwijającej się autonomicznie i cechującej się strukturą podobną do rozrzedzonych tajgowych zakrzewień (rys. 3c, e). **Fitocenoza:** mało zwarte zarośla rododendronowo-bażynowo-modrzewiowe, *Rhododendron dauricum*-*Empetrum nigrum*-*Larix sibirica*. OPR warstwy trawiasto-krzewiastej sięga 100%. Zauważalne są rzadkie „okna” deflacyjne w zwartej pokrywie bażynowej z dominacją stokłosa *Bromopsis korotkiji*. Skład gatunkowy: *Larix sibirica* (+, 2 okazy), *Pinus sibirica* (+, 1 okaz), *Empetrum nigrum* (4–5gr), *Ledum palustre* (2–3), *Calamagrostis epigejos* (1–2), *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* (1), *Aconogonon angustifolium* (1+), *Artemisia ledebouriana* (+1), *Bromopsis korotkiji* (1), *Rhododendron dauricum* (1–2).

Pozostała część stromego stoku odwiezrznego (28°) o ekspozycji SE, poniżej zarośli krzewiastych, funkcjonuje w strefie akumulacji drobnoziarnistych piasków o jasnej barwie, natomiast w niżej położonej niecce deflacyjnej występuje piasek gruboziarnisty o zabarwieniu żółtawym. Ten ostatni jest zupełnie pozbawiony roślinności (rys. 3e). Zbiorowisko psammostepu (rys. 3d) tworzy się w pasie akumulacji wspomnianego piasku drobnoziarnistego (materiał allochtoniczny, przyniesiony przez wiatr ze stoku dowietrznego). **Fitocenoza:** psammostep piołunowo-kostrzewowy *Artemisia ledebouriana*-*Festuca rubra* ssp. *baicalensis*. OPR wynosi 5–7%. Długość pasa sięga 35–40 m, przy średniej szerokości 6 m. Skład gatunkowy: *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* (4–5), *Artemisia ledebouriana* (3), *Oxytropis lanata* (1–2), *Aconogonon angustifolium* (1), *Bromopsis korotkiji* (+1), *Alyssum obovatum* (+), *Rhododendron dauricum* (+).



Rys. 4. Schemat rozmieszczenia zbiorowisk i mikrougrupowań psammostepów w stanowisku Katkowa:

zbiorowiska leśne: 1 – sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*); poszczególne okazy i kępy sztucznych nasadzeń, osłabione sosny z suchymi wierzchołkami, o wysokości 1,5–2,0 m; zbiorowiska psammostepowe różnych stadiów sukcesyjnych: 2 – porostowo-widliczkowe (*Selaginella rupestris* + *Cladonia pyxidata* + *C. amourocrea* – *Cetraria aculeate* + *Stereocaulon* sp.); 3 – luźne ugrupowania okazów roślin kwiatowych z udziałem: a – *Scrophularia incisa*, b – *Oxytropis lanata*, c – *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*; 4 – piołunowe (*Artemisia ledebouriana*) z udziałem pojedynczych okazów *Oxytropis lanata*, *Alyssum obovatum*; 5 – rdestowo-piołunowe (*Aconogonon angustifolium* – *Artemisia ledebouriana*); 6 – powierzchnie piaszczyste pozbawione roślinności

Fig. 4. Distribution scheme of psammosteppe communities in Katkova site:

forest communities: 1 – pine (*Pinus sylvestris*); high 1.5–2.0 m; psammosteppe communities of different succession stages: 2 – *Selaginella rupestris* + *Cladonia pyxidata* + *C. amourocrea* – *Cetraria aculeate* + *Stereocaulon* sp.; 3 – sparse collectionns of: a – *Scrophularia incisa*, b – *Oxytropis lanata*, c – *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*; 4 – *Artemisia ledebouriana* with *Oxytropis lanata*, *Alyssum obovatum*; 5 – *Aconogonon angustifolium* + *Artemisia ledebouriana*; 6 – sandy areas without vegetation

Omówiona fitokombinacja na jednym z ostańców deflacyjnych wybrzeża Bajkału wskazuje z jednej strony na złożoność struktury, natomiast z drugiej – na ich adekwatność i uwarunkowanie głównymi procesami egzogenicznymi. W stanowisku Katkowa na tle różnorodnych ugrupowań psammoofilnych (rys. 4) wyróżniają się oryginalne „medaliony” z obfitym występowaniem widliczki (*Selaginella rupestris*) i synuzji porostowych. Te ostatnie niewątpliwie stanowią jedno z początkowych stadiów psammosukcesji wybrzeża bajkalskiego. Analiza różnorodności cenotycznej zbiorowisk i ugrupowań wzdłuż profilów, a także rezultatów szczegółowego kartowania roślinności pola kluczowego o powierzchni 1,0 ha wskazuje, że najbardziej prawdopodobny jest następujący szereg sukcesji roślinności na piaskach:

- I stadium:** porostowo-widliczkowe (*Selaginella rupestris* – *Cladonia pyxidata* + *C. amourocrea* – *Cetraria aculeata* + *Stereocaulon* sp.)¹;
- II stadium:** mało zwarte ugrupowania złożone z psammofitów – roślin kwiatowych: *Oxytropis lanata*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*, *Scrophullaria incisa*, *Craniospermum subvillosum* (fot. 4) i in.;
- III stadium:** psammostepy piołunowe, ostrołódeczkowo-piołunowe (*Artemisia ledebouriana* + *Oxytropis lanata*);
- IV stadium:** psammostep rdestowo-piołunowy (*Aconogonon angustifolium* + *Artemisia ledebouriana*).



Fot. 4. Okazy *Craniospermum subvillosum* (fot. T. Szczypek)

Phot. 4. *Craniospermum subvillosum* (phot. by T. Szczypek)

¹ Autorzy wyrażają wdzięczność T.M. Charpuchajewej za określenie gatunków porostów.

W I stadium ugrupowania widliczki cechują się grupowym i „placowym” charakterem rozmieszczenia osobników (ggr) na lekko wypukłych i słabo rozwiniętych powierzchniach z piaskiem gruboziarnistym (stadium widliczkowe drobnopagórkowe). Dalej, w miarę utrwalania i wzbogacania podłoża piaszczystego we frakcje ziemiste (fitomelioracyjna rola widliczki i porostów), tworzą się warunki do wkroczenia roślin kwiatowych: *Scrophullaria incisa*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*, *Primula lactiflora* i in. (stadium mało zwartych ugrupowań z OPR rzędu 3–5%). W stadium III, przy całkowitym zaniku widliczki i porostów, wyraźnie wzrasta cenotyczna aktywność psammofitów tworzących cenozy: *Oxytropis lanata*, *Phlojodicarpus sibiricus*, *Bromopsis korotkiji* i in. (stadium typowych psammostepów z OPR do 10–12%). W stadium końcowym, gdy podłoże jest już wyraźnie wzbogacone w materiał próchniczny i piasek przyjmuje barwę jasnożółtą, rozmieszczenie poszczególnych egzemplarzy roślin przybiera charakter rozproszony, niewysegregowany z wyraźną dominacją 1–3 gatunków (stadium rozwiniętej cenozy z OPR do 30–50%).

W składzie florystycznym zbiorowisk i ugrupowań roślinności (inaczej: cenoflora) stanowiska Katkowa występuje 18 gatunków (tabela 1), spośród których częstość występowania powyżej 50% cechuje 7, przy czym 4 z nich odznaczają się aktywnością cenotyczną jako dominanty w zbiorowiskach; są to: *Bromopsis korotkiji*, *Artemisia ledebouriana*, *Oxytropis lanata*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*. Z gatunków o niskiej częstości występowania, ale wysokiej aktywności cenotycznej stwierdzono tylko 1, występujący w piaszczystej strefie brzegowej – *Leymus secalinus*. Zjawisko to można wyjaśnić stenotopową ekologią tego gatunku, przywiązaniem do piaszczystych wałów brzegowych, gdzie zachodzi intensywna deflacja. W cenoflorze tego obszaru obserwuje się również nieliczną grupę wspólnych gatunków o dość dużej częstości występowania (66,6–100%), ale niewielkiej roli cenotycznej: *Scrophullaria incisa*, *Aconogonon angustifolium*, *Alyssum obovatum*.

Biezymiannaja

W stanowisku Biezymiannaja (fot. 5) wykonano 20 zdjęć geobotanicznych, w trakcie kartowania pola podstawowego o wymiarach 50 m × 50 m, a także wzdłuż profilu o długości 160,0 m, od poziomu Bajkału do piaszczystych wałów wydmy. Fitocenozy z tego stanowiska mają głównie charakter zbiorowisk psammostepowych (15 zdjęć), a niewielka część (5) odnosi się do roślinności leśnej. Należy zauważyć, że 3 spośród tych ostatnich dotyczą młodnika sosnowego, wprowadzonego na piaski eoliczne. Struktura zbiorowisk sosnowych cechuje się jednakowym typem i tworzy zdeformowane (w rezultacie oddziaływania niskich temperatur oraz wiatrów o dużej prędkości) zbiorowiska początkowych stadiów sukcesji. Tabela 2 charakteryzuje jedną z najlepiej rozwiniętych cenoz sztucznych młodników sosnowych z 12 gatunkami w warstwie zielnej.



Fot. 5. Stanowisko Biezymiannaja – plaża i klif piaszczysty (fot. S. Szczypek)

Phot. 5. Biezymiannaya site – beach and sandy cliff (phot. by S. Szczypek)

W ogólnym składzie florystycznym cenoz w stanowisku Biezymiannaja stwierdzono 29 gatunków wyższych roślin naczyniowych (tabela 2). Cenoflora w tym stanowisku jest nieco bogatsza w porównaniu z cenoflorą stanowiska Katkowa, z uwagi na włączenie wielu gatunków tajgowych (*Maianthemum bifolium*, *Empetrum nigrum*, *Chamerion angustifolium*), a także gatunków o ekologii leśno-łąkowej (*Stellaria media*, *Sanguisorba officinalis*, *Erigeron acris*), typowych dla zbiorowisk leśnych występujących wzdłuż profilu. Najważniejszych gatunków cenoflory o częstości występowania ponad 45%, odobnie jak na pierwszym poligonie badawczym, jest tu 7. Wiele gatunków kluczowych (*Scrophullaria incisa*, *Festuca baicalensis*, *Aconogonon angustifolium*, *Alyssum obovatum*) zostało zachowanych, natomiast obserwuje się zmiany w składzie gatunków podstawowych. I tak, w zbiorowiskach psammostepów w stanowisku Biezymiannaja znacznie wzrasta rola *Phlojodicarpus sibiricus* (100%) i *Allium splendens* (45,4%). Wyraźnie niższa jest natomiast częstość występowania i mniejsza cenotyczna rola takich charakterystycznych gatunków psammofilnych, jak *Artemisia ledebouriana* i *Oxytropis lanata* (tabela 2). Można to wyjaśnić zarówno wzrostem różnorodności cenoz trawiastych nie tylko o charakterze psammostepowym i stepowym, jak i większym stopniem lesistości w tym stanowisku. Na cenotyczną różnorodność roślinności w tym miejscu wskazuje również fakt, że nie ma tu gatunków wspólnych, występujących we wszystkich albo w większości cenoz. Największa częstość występowania charakteryzuje tylko jeden gatunek – *Phlojodicarpus sibiricus* (72,7%). Z kolei w stanowisku Katkowa aż 3 gatunki mają częstość występowania powyżej 70%, co wskazuje na bardziej jednorodne warunki ekologiczne i względną „starość” deflacyjnych krajobrazów piaszczystych.

TABELA 2 Charakterystyka porównawcza zbiorowisk psammostepów w stanowisku Biezymiannaja
TABLE 2 Comparative characteristics of psammosteppe communities at Bezymiannaya site

Częstość występowania	Stalość [%]	Charakterystyczne fitocenozy				
		<i>Artemisia ledebouriana-Phlojodicarpus sibiricus</i>	<i>Leymus secalinus – Aconogon angustifolium</i>	las sosnowy z runem trawiastym	różne gatunki traw z <i>Sanguisorba officinalis</i>	uboga trawiasta z <i>Leymus secalinus</i>
		stok wydmy o ekspozycji SW	wyrównany grzbiet wydmy	łagodny stok wału piaszczystego	lekko falisty grzbiet wału	łagodny stok wału brzożowego
		OPR 3–5%	OPR 10–12%	stopień zwarcia 0,4	OPR 20–30%	OPR 3–5%
		6/14.07.2002	6/14.07.2002	12/12.07.2002	15/14.07.2002	7/14.07.2002
<i>Phlojodicarpus sibiricus</i>	72,7	2–3	+		1+	+
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>baicalensis</i>	63,6		r	2	1	2
<i>Aconogonon angustifolium</i>	54,5		3	2	+	1
<i>Allium splendens</i>	45,4	1+			1	
<i>Scrophularia incisa</i>	45,4	+				r
<i>Pinus sylvestris</i>	45,4			4	r	
<i>Alyssum obovatum</i>	45,4				+	
<i>Leymus secalinus</i>	36,3		2		2	4
<i>Oxytropis lanata</i>	36,3		+		+r	
<i>Artemisia ledebouriana</i>	27,3	2			1	
<i>Chamerion angustifolium</i>	27,3			2	+	
<i>Betula pendula</i>	18,2			1		
<i>Sanguisorba officinalis</i>	18,2			1	3–4	
<i>Silene repens</i>	18,2			+	lgr	
<i>Artemisia bargusinensis</i>	9,1	+r				
<i>Equisetum arvense</i>	9,1	r				
<i>Aconogonon ocreaton</i>	9,1					
<i>Pinus sibirica</i>	9,1					
<i>Maianthemum bifolium</i>	9,1					
<i>Astragalus propinquus</i>	9,1					
<i>Erigeron acris</i>	9,1			1+		
<i>Empetrum nigrum</i>	9,1			r		
<i>Artemisia latifolia</i>	9,1			+		
<i>Trifolium repens</i>	9,1			+		
<i>Stellaria media</i>	9,1			1		
<i>Artemisia commutata</i>	9,1				+	
<i>Astragalus sericeocanus</i>	9,1				1+	
<i>Craniospermum subvillosum</i>	9,1					+
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>sphagnicola</i>	9,1					r

Objaśnienia jak do tabeli 1. Stalość gatunków podano na podstawie analizy 11 zdjęć geobotanicznych wzdłuż profilu.

Pieczanoje

W stanowisku Pieczanoje (fot. 6) wykonano 11 zdjęć geobotanicznych. Cenoflora składa się z 18 gatunków wyższych roślin naczyniowych. Roślinność reprezentuje zbiorowiska psammostepów, w różnym stopniu odzwierciedlające stadia sukcesyjne utrwalania ruchomego piaszczystego podłoża. Najwyraźniej dynamikę tych procesów ilustruje jedna z kombinacji roślinnych, stwierdzona na płaskiej powierzchni grzbietowej niewysokiego wału wydmowego. Liczy ona ok. 50,0 m szerokości i ciągnie się w postaci nierównego pasa wzdłuż linii grzbietowej tej formy. Rozwija się tu psammokompleks składający się z plam-medalionów ugrupowań *Sanguisorba officinalis* – *Phlojodicarpus sibiricus* z OPR sięgającym 60–70% na bardziej utrwalonych mikrowzniesieniach (a) i – stanowiących tło – kostrzewowo-smagliczkowych (*Festuca baicalensis* + *Alyssum obovatum*) z OPR do 10–12% (b) psammostepów na bardziej rozwianych powierzchniach między medalionami. Stosunek elementów kompleksu a : b = 30 : 70%.



Fot. 6. Stanowisko Pieczanoje – widok ogólny (fot. S. Szczypek)

Phot. 6. General view of Peschanoe site (phot. by S. Szczypek)

Cenoflora w stanowisku Pieczanoje jest podobna do tej ze stanowiska Katkowa (tabela 3). Spośród 18 gatunków także tu 7 należy do najbardziej stałych, z częstością występowania powyżej 50%. Wśród nich są typowe psammofity: *Scrophularia incisa*, *Festuca baicalensis*, *Oxytropis lanata*, *Artemisia ledebouriana*. W odróżnieniu od stanowiska Katkowa, nieco większą rolę odgrywają

TABELA 3Charakterystyka porównawcza zbiorowisk psammostepów w stanowisku Piesczanoje

TABLE 3Comparative characteristics of psammosteppe communities at Peschanoye site

Gatunki roślin	Stalość [%]	Charakterystyczne fitocenozy					
		<i>Oxytropis lanata</i> – <i>Scrophularia incisa</i>	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>baicalensis</i> – <i>Bromopsis korotkiji</i>	<i>Artemisia ledebouriana</i> – <i>Leymus secalinus</i>	<i>Phlojodicarpus sibiricus</i> – <i>Sanguisorba officinalis</i>	<i>Leymus secalinus</i>	<i>Oxytropis lanata</i> – <i>Festuca rubra</i> ssp. <i>Baicalensis</i>
		łagodne podnóże wału piaszczystego	stok wału piaszczystego	stok wału piaszczystego	płaska część grzbietowa wału	krawędzie spłaszczeń grzbietowych	łagodny stok wału
		OPR 3–5% 4/15.07.2002	OPR 15–20% 13/15.07.2002	OPR 5–7% 7/15.07.2002	OPR 60–70% 7/15.07.2002	OPR 12% 2/15.07.2002	OPR 18–20% 12/15.07.2002
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>baicalensis</i>	90,9	1+	2	2	+	3	3–
<i>Oxytropis lanata</i>	90,9	2	1+	1	2–3		2
<i>Artemisia ledebouriana</i>	63,6		+	1	1	1+	1
<i>Allium splendens</i>	63,6	3	1	r	1+	+	+
<i>Scrophularia incisa</i>	54,5		1gr	1+			
<i>Phlojodicarpus sibiricus</i>	54,5		1		1		1+
<i>Sanguisorba officinalis</i>	54,5		1gr	+	3–4	1	R
<i>Astragalus sericeocanus</i>	45,4	1	1	3–4	+		R
<i>Alyssum obovatum</i>	36,3		1+				+
<i>Leymus secalinus</i>	27,2		1				
<i>Carex sabulosa</i>	27,2						
<i>Bromopsis korotkiji</i>	18,1		3–4			r	
<i>Linum perenne</i>	9,1		+				
<i>Aconogonon sericeum</i>	9,1		+				
<i>Delphinium grandiflorum</i>	9,1						
<i>Primula lactiflora</i>	9,1						+
<i>Pinus sylvestris</i>	9,1						r
<i>Aconogonon angustifolium</i>	9,1						+

Objaśnienia jak do tabeli 1. Stalość gatunków podano na podstawie analizy 11 zdjęć geobotanicznych wzdłuż profilu.

tu gatunki leśno-łąkowe, a nawet górskie, o czym świadczy obecność w składzie gatunków podstawowych *Allium splendens* i *Sanguisorba officinalis*. Wyraźny jest również udział endemitu *Astragalus sericeocanus* z częstością występowania 45,4%, a interesujący – typowego stepowego gatunku *Delphinium grandiflorum*. Cechuje się on swoistą przestrzenną (ścielącą się) formą wzrostu z 2–3 dużymi kwiatami na pędzie. Prawdopodobnie jest to psammostepowa, ścieląca się odmiana ostróżki wielkokwiatowej, na której kształt wpływają wiatry o dużej prędkości wiejące znad Bajkału, niskie temperatury i piaszczyste podłoże.

Uwagi końcowe

Przeprowadzone badania geobotaniczne zbiorowisk i kombinacji roślinności w trzech stanowiskach na wschodnim wybrzeżu Bajkału wskazują na ogólne adaptacyjne cechy gatunków i tworzonych przez nie cenoz. Te ostatnie, organizując się odpowiednio do działań głównych procesów egzogenicznych w zróżnicowanych formach eolicznych, tworzą różnorodne fitokombinacje – kompleksy i serie. Cenoflory analizowanych stanowisk świadczą o specyfice każdego z nich, a także o ogólnych właściwościach genetycznych. Szczególnie jest to widoczne w przypadku analizy gatunków o wysokiej stałości, typowych dla każdego stanowiska i mających charakter wspólnych. Gatunki o niskiej częstości występowania, z ekologią stenotopową, podkreślają odrębność każdego z tych stanowisk.

W skład grupy gatunków o niskiej stałości wchodzi endemity, a wśród nich najstarszy, paleogeński gatunek *Craniospermum subvillosum* oraz młodsze endemity (*Artemisia bargusinensis*, *Astragalus sericeocanus*) peryglacialnych stepów Przybajkala. Ostatni ze wspomnianych jest charakterystyczny dla psammostepów stanowiska Pieszczanoje.

Na bardziej borealny charakter flory stanowiska Biezymiannaja wskazuje nie tylko obecność wielu gatunków leśno-łąkowych, ale także rzadsze występowanie w cenozach gatunków o ekologii typowo psammofilnej: *Oxytropis lanata*, *Aconogonon angustifolium*, *Artemisia ledebouriana*, *Scrophularia incisa*. Oprócz tego o względnej młodości procesów eolicznych w stanowisku Biezymiannaja świadczy też spory udział w cenoflorze typowych gatunków stepowych: *Silene repens*, *Artemisia commutata*, *A. bargusinensis*, *Astragalus sericeocanus*. Ostatni z wymienionych, będąc jednocześnie endemitem na obszarze Przybajkala, wywodzi się z górskich lasostepów (Vydrina, 1994; Namzalov, 1999).

Literatura

- Brzeg A., Wika S., 2001: An endemic psammophilous plant association *Astragalo olchonensis–Chamaerhodetum grandiflorae* ass. Nova from Olkhon island on lake Baikal and its syntaxonomic position. Polish Botanical Journal, 46(2), s. 219–227.
- Chytrý M., Pešout P., Anenchenov O.A., 1993: Syntaxonomy of Vegetation of Svjatoj Nos Peninsula, Lake Baikal. 1. Not Forest Communities. Folia Geobot/Phytotax, 28(3), s. 337–383.
- Namzalov B.B., 1999: Endemizm i reliktovyje yavleniya vo flore i rastitelnosti stepnykh ekosistem Baikalskoy Sibiri. In: Bioraznoobrazie Baikalskoy Sibiri. Novosibirsk, Nauka, s. 184–192.
- Namzalov B.B., Ovchinnikov G.I., Snytko V.A., Szczypek T., 2003: K charakteristike rastitelnosti eolovyykh form i deflatsyonnykh ostantsev Pribaikalya. In: Struktura i funkcionirovanie ekosistem Baikalskogo regiona: Materialy region. nauchno-prakt. konf. (24 oktyabrya 2002 g.). Ulan-Ude, Izd. Buryatskogo gosuniversiteta, s. 132–134.

- Namzalov B.-Ts.B., Snytko V.A., Szczypek T., Wika S., 2008: Aeolian landscapes of Pre-baikalye and Transbaikalye areas. In: Methods of landscape research. Disert. Commission of Cultural Landscape. 8. Sosnowiec, Commission of Cultural Landscape of Polish Geographical Society, s. 216–230.
- Neshataev Yu.N., 2001: O nekotorykh zadachakh i metodakh klassifikatsii rastitelnosti. Rastitelnost Rossii, 1. Sankt-Peterburg, s. 57–61.
- Ovchinnikov G.I., Laperdin V.K., Snytko V.A., Imetkhenov A.B., Szczypek T., Wika S., 2006: Prirodno-antropogennyi geomorfogenez poberezhya ozera Baikal. Geografiya i prirodnye resursy, 2, s. 58–63.
- Ovchinnikov G.I., Snytko V.A., Szczypek T., Wika S., 2003: Aeolian landscapes of the eastern shore of lake Baikal (a case study of the neighbourhood of Katkova Bay). Acta Geographica Debrecina (2001/2002), 36, s. 105–112.
- Snytko W.A., Szczypek S., 2006: Opyt opredeleniya mestnykh napravleniy vetrov na vostochnom poberezhye ozera Baikal. Geografiya i prirodnye resursy, 4, s. 46–48.
- Vydrina S.N., 1994: Rod Astragal – *Astragalus* L. In: Flora Sibiri. T. 9. *Fabaceae (Leguminosae)*. Novosibirsk, Nauka, s. 20–73.
- Wika S., Namzalov B.-Ts.B., Ovchinnikov G.I., Snytko V.A., Szczypek T., 2003: Prostranstvennaya struktura eolovykh urochishch vostochnogo poberezhya ozera Baikal. Irkutsk, IG SO RAN, IZK SO RAN, 76 s.
- Wika S., Ovchinnikov G.I., Snytko V.A., Szczypek T., 2002: Eolovye facii vostochnogo poberezhya Baikala. Irkutsk, IG SO RAN, IZK SO RAN, 56 s.

Бимба Б. Намзалов, Оймахмад Рахмонов, Валериан А. Снытко,
Тадеуш Щипек, Станислав Вика

ПСАММОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Резюме

В работе дана характеристика песчаных степей трех урочищ восточного побережья озера Байкал (Каткова, Безымянная, Песчаное). На основе 39 геоботанических описаний выявлено фитоценоотическое разнообразие псаммостепей. В сообществах доминируют не только виды псаммофитной экологии – *Bromopsis korotkiji* (Drobow) Holub, *Carex sabulosa* Turcz. ex Kunth, *Oxytropis lanata* (Pall.) DC, но и горностепные ксеропетрофиты, такие как *Artemisia ledebouriana* Besser, *Phlojodicarpus sibiricus* (Fisch. ex Spreng.) K-Pol. Ценофлору псаммостепей слагают 70 видов высших сосудистых растений, при этом доля общих видов на трех ключевых участках составила 42,8%. Оригинальность флоре придают эндемики, в их числе *Craniospermum subvillosum* Lehm., *Astragalus sericeocanus* Gontsch., *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* (Griseb.) Tzvelev.

Bimba B. Namzalov, Oimahmad Rahmonov, Valerian A. Snytko,
Tadeusz Szczypek, Stanisław Wika

THE PSAMMOPHILOUS STEPPES
OF THE SEA COAST LAKE BAIKAL

Summary

In the article give of the characteristic psammophilous steppes eastern on the third index plots of the sea coast lake Baikal (Katkova, Bezymyannaya, Peschanoye). On the base 39 geobotanical description determine phytocoenotic diversity of the psammo-steppes. In the coenoses dominant species of the psammophilous ecology – *Bromopsis korotkiji* (Drobow) Holub, *Carex sabulosa* Turcz. Ex Kunth, *Oxytropis lanata* (Pall.) DC and species of the xeropetrophites mountain steppes – *Artemisia ledebouriana* Besser, *Phlojodicarpus sibiricus* (Fisch. ex Spreng.) K-Pol. The coenoflora of the psammophilous steppe consist is it 70 species of the higher vascular plants. In this number species common on the third index plots show up 42,8%. The original of the flora given the endemic species – *Craniospermum subvillosum* Lehm., *Astragalus sericeocanus* Gontsch., *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* (Griseb.) Tzvelev.

ОЙМАХМАД РАХМОНОВ*, ТАДЕУШ ЩИПЕК*,
ТОМАШ ПАРУСЕЛЬ*

Формирование экосистем на антропогенно преобразованных территориях (на примере золоотвалов теплоэлектростанции)

Аннотация

Территории, подлежащие интенсивной антропогенной деятельности, отличаются значительной степенью деградации природной среды, когда преобразованиям часто подвергаются все ее составляющие. Полное уничтожение первичной растительности и почвенного покрова вследствие антропогенного прессинга, ведущее к нарушению функционирования экосистем, наблюдается в южной части Польши. Ярким примером может служить золоотвал тепловой электростанции Явожно III. На данной территории осуществлен цикл разносторонних геоботанических и экологических исследований. Результаты исследований указывают на дифференциацию растительности, обусловленную мозаикой биотопов и микробиотопов. Выявлен также широкий спектр дифференциации экологических условий, характерных для данного экстремального биотопа. Геоботанический анализ флоры указывает на принадлежность таксонов к разным синтаксономическим группам. Направление сукцессии растительности связано с микрорельефом субстрата, а также с его гранулометрическим составом и физико-химическими свойствами. Почвы золоотвала имеют чисто антропогенное происхождение, материнские породы образованы золой теплоэлектростанции и отвалами горнодобывающей деятельности.

Введение

Экосистемы на антропогенно преобразованных территориях развиваются как при участии человека, так и путем спонтанной сукцессии растительности. В первом случае, деятельность регулируется законами, а также контролируется и финансируется определенными учреждениями (Ustawa – Prawo

* Силезский университет, Факультет наук о Земле, ул. Бендзинска 60, 41-200 Сосновец.

geologiczne..., 1994; Ustawa o ochronie gruntów..., 1995). В случае отказа от последующей рекультивации, деградированные территории не представляют особого интереса для научных исследований. Из-за этого, до сих пор наблюдениям за экологической сукцессией на территориях золоотвалов уделялось мало внимания (Drużkowski et al., 1977; Oleś, Rahmonov, 2002; Oleś et al., 2004; Rahmonov et al., 2010b). В большинстве случаев исследовались территории, деградированные вследствие горнодобывающей деятельности и складирования горношахтных отходов (Woźniak, 2001, 2006; Rostański, 2006).

Цель настоящей статьи – определить на примере комплекса золоотвалов теплоэлектростанции Явожно III: 1) характер фитоценоза, 2) его видовую дифференциацию, а также 3) отношения „растительность – формирующаяся почва”.

Территория исследований

Комплекс исследуемых золоотвалов находится в южной части Силезской возвышенности, в административных границах г. Мысловице (координаты: 19°12'2" Е, 50°11'16" N – рис. 1). Общая площадь отвалов – 2,1 км². Геологический субстрат сложен отложениями верхнего карбона с залегающими на них водно-ледниковыми песками и гравием плейстоцена, а также голоценовым аллювием долины р. Пшемша. Климатические условия участка исследований типичны как для Силезской возвышенности в целом: среднегодовая температура воздуха 7–8°C, средняя годовая сумма атмосферных осадков – 700–800 мм, средняя продолжительность снежного покрова – 80 суток, средняя продолжительность вегетационного периода 210–220 суток (Czylok, Gądek, Тус, 2002; Kondracki, 2009). Территория исследований непосредственно примыкает к строениям теплоэлектростанции Явожно III, являющейся источником золы, складированной здесь, как в прошлом, так и в настоящее время, методом золо-водяного эмульгата (Łączny, Adamski, 2002). Зола направляется на отвалы по системе трубопроводов.

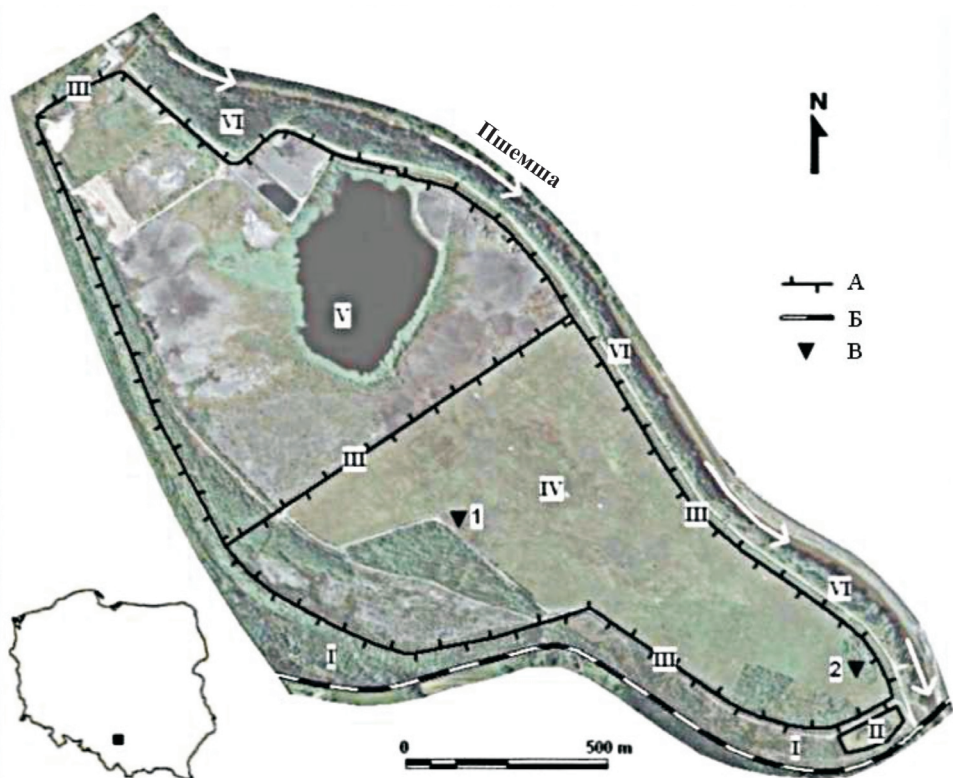


Рис. 1. Объект исследований:

А – валы золоотвала, Б – железная дорога, В – локализация почвенных профилей; зоны золоотвала: I – гряда-вал с железной дорогой, II – небольшой бетонный отстойник, III – вал главного золоотвала, IV – чаша рекультивированного отвала, V – чаша действующего отстойника, VI – деревья в зоне вал – река Пршемша (на основании спутниковых изображений Google Maps)

Рис. 1. Obiekt badań:

А – wały składowiska, Б – linia kolejowa, В – lokalizacja profili glebowych; strefy składowiska: I – strefa linia kolejowa – wał, II – mały osadnik betonowy, III – wał głównego składowiska, IV – misa głównego składowiska – część zrehabilitowana, V – misa głównego osadnika – część czynna, VI – zadrzewienia w strefie wał – rzeka Przemsza (opracowanie własne na podstawie zdjęć satelitarnych Google Maps)

Материал и методика исследований

Зола складывается в прудах-отстойниках, устроенных на территории бывшего песчаного карьера. Ею усыпают днища отстойников, ограниченных береговыми валами, а затем перекрывают мощным слоем горношахтных отходов (в основном угольными сланцами), на поверхности которых, в даль-

нейшем, складывается почвенный материал с преобладанием органического вещества (гумуса). Так подготовленный субстрат пригоден как для биологической рекультивации, так и для процессам естественной сукцессии растительности.

Экологические и геоботанические исследования проводились как в пределах полностью рекультивированного золоотвала, так и на участке функционирующего (эксплуатируемого) отстойника. Вдоль отвала были проложены трансекты, а на основании дифференциации антропогенного рельефа и типа растительности выделены соответствующие биотопы. Были составлены видовые списки растений и проведены биотопные наблюдения. В основу оценки экологической дифференциации видов относительно экологических и геоботанических параметров были положены соответствующие экологические показатели (Zarzycki et al., 2002). Таксономическая принадлежность видов определялась на основании публикации Я. Матушкевича (Matuszkiewicz, 2008).

Морфология почв изучалась в местах с хорошо развитой – в сравнении с другими участками исследуемого объекта – растительностью.

Результаты

В пределах анализируемого золоотвала теплоэлектростанции Явужно III выявлены 6 зон (табл. 1, рис. 1): I) гряда-вал с железной дорогой, II) небольшой бетонный отстойник, III) вал главного золоотвала, IV) чаша рекультивированного отвала, V) чаша действующего отстойника, VI) деревья в зоне вал – река Пшемша. Они морфологически отличаются друг от друга и, одновременно, репрезентируют биотопы разных растительных сообществ.

ТАБЛИЦА 1

Флора сосудистых растений золоотвала

TABELA 1

Flora roślin naczyniowych składowiska

Виды	Экологические показатели			Зоны золоотвала					
	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Achillea millefolium</i> L.	4	1–2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Agrostis canina</i> L.	4	3	·	–	–	+	–	–	–
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	5	3	·	+	–	–	–	–	+
<i>Arctium lappa</i> L.	4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	4	2	·	–	–	–	+	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl	4	2	1	–	–	+	–	–	–
<i>Artemisia absinthium</i> L.	3	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	4	2	·	–	–	–	–	–	+
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	3	1	·	–	–	+	–	–	–
<i>Betula pendula</i> Roth	3–4	1–2	·	+	+	–	+	–	+
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	3	1	1	+	+	–	+	+	–
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	AS			–	–	–	–	–	+
<i>Cardamine pratensis</i> L.	4–5	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Carduus crispus</i> L.	4–5	2	·	–	–	–	+	–	–
<i>Carex hirta</i> L.	3–4	2	1	–	–	+	–	–	–
<i>Cerastium semidecandrum</i> L.	3	2	1	–	–	–	–	+	–
<i>Chamomilla recurita</i> (L.) Rauschert	AS			–	–	–	–	+	–
<i>Chelidonium majus</i> L.	2–5	2–3	·	–	–	–	–	–	+
<i>Cornus alba</i> L.	AS			–	–	–	+	–	–
<i>Corylus avellana</i> L.	4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. Beauv.	3	1	·	–	–	–	+	+	–
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.	4–5	2–3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	4–5	2–3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Dactylis glomerata</i> L.	4	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Daucus carota</i> L.	4	2	·	+	–	+	–	–	–
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.	4	2–3	·	–	–	+	–	–	–
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	3–4	1–2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	1–4	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	4	2	·	–	–	–	–	–	+
<i>Echinops ritro</i> L.	AS			–	–	–	+	–	–
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	3–5	2	·	–	–	–	–	+	–
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	4	2	·	–	–	–	–	–	+
<i>Erigeron acris</i> L.	2–5	2	1	+	–	–	–	–	–
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	2–4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Erigeron canadensis</i> L.	3–4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.	1–4	2	·	+	–	–	–	–	+
<i>Euphrasia rostkoviana</i> Hayne	4	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Galium verum</i> L.	4–3	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Hieracium pilosella</i> L.	2–4	2	·	–	–	+	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	3–5	1	·	+	–	–	–	–	–
<i>Holcus mollis</i> L.	3–4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Humulus lupulus</i> L.	4	2–3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Hypericum perforatum</i> L.	4	2	·	–	–	–	+	–	–
<i>Juncus articulatus</i> L.	4–5	3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Juncus conglomeratus</i> L.	4–5	3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	4	2	2	–	–	+	–	–	–
<i>Medicago falcata</i> L.	2–5	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Medicago lupulina</i> L.	2–4	1–2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Medicago sativa</i> L.	2–4	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Melilotus alba</i> Medik.	2–4	1–2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	3–5	2–3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Oenothera biennis</i> L.	2–3	2	·	–	–	+	–	+	–
<i>Padus avium</i> Mill.	4–5	2	·	–	–	–	–	–	+
<i>Padus serotina</i> (Ehrh.) Borkh.	3–4	2	·	–	–	+	+	–	+
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	3–5	2	·	–	–	–	+	–	–
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	3–5	2–3	·	–	–	+	+	+	–
<i>Pinus sylvestris</i> L.	3–4	1–3	·	+	–	+	–	+	+
<i>Plantago lanceolata</i> L.	4	3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Plantago major</i> L.	3–5	2–3	·	–	–	–	–	+	–
<i>Poa pratensis</i> L.	4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Poa trivialis</i> L.	4–5	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Polygonum aviculare</i> L.	2–5	1–2	·	–	–	–	–	+	–
<i>Populus tremula</i> L.	4–3	2	·	–	+	–	–	–	–
<i>Potentilla tabernaemontani</i> Aschers.	1–4	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Prunus spinosa</i> L.	4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Quercus robur</i> L.	4	2	·	–	–	+	–	–	+
<i>Quercus rubra</i> L.	3–4	2	·	+	–	+	–	–	+
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	2–4	2	·	+	–	–	+	–	+
<i>Rosa canina</i> L.	4	2–3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Rubus caesius</i> L.	3–4	2	1	+	–	+	–	–	–
<i>Rubus idaeus</i> L.	3–4	2	1	+	–	+	–	–	–
<i>Rumex acetosa</i> L.	4	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Rumex acetosella</i> L.	2–4	1–2	·	–	–	+	+	–	–
<i>Salix caprea</i> L.	3–4	2	·	+	–	–	–	+	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Salix cinerea</i> L.	3–5	3	·	+	–	–	–	–	–
<i>Salix pentandra</i> L.	4	3	·	–	–	–	–	+	–
<i>Salix purpurea</i> L.	2–4	1	·	–	–	+	–	+	+
<i>Salix rosmarinifolia</i> L.	4	3	·	+	–	–	–	+	–
<i>Salix triandra</i> L.	2–4	2	·	–	–	–	–	+	–
<i>Sambucus nigra</i> L.	3–4	2	·	–	–	–	–	–	+
<i>Saponaria officinalis</i> L.	2–4	1–2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	3–4	2	1	–	–	+	–	–	–
<i>Senecio viscosus</i> L.	3	·	·	–	–	–	–	+	–
<i>Solidago canadensis</i> L.	2–4	2	·	+	–	+	–	–	–
<i>Solidago virgaurea</i> L.	4–3	2	·	–	–	+	+	–	–
<i>Spergula morisonii</i> Boreau	3	2	·	–	–	–	–	+	–
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	4–2	2	·	+	–	–	+	–	–
<i>Thymus pulegioides</i> L.	4	2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Trifolium arvense</i> L.	3–1	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Trifolium pratense</i> L.	4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Trifolium repens</i> L.	4	2	·	+	–	–	–	–	–
<i>Typha angustifolia</i> L.	4–3	1–2	·	–	–	+	–	–	–
<i>Urtica dioica</i> L.	3–4	2	·	–	–	–	–	–	+
<i>Verbascum nigrum</i> L.	2	2	·	+	–	–	+	–	–
<i>Vicia cracca</i> L.	4	2	·	–	–	+	–	–	–

Экологические показатели: *D* – показатель гранулометрического состава почвы (1 – скалы и скальные трещины, 2 – гравий, 3 – песок, 4 – илы и пылеватые отложения, 5 – суглинки и глины); *H* – показатель содержания органического вещества (1 – почвы бедные гумусом, 2 – минерально-гумусовые почвы, 3 – почвы богатые органическим веществом, · – неопределенный); *M* – показатель устойчивости к повышенному содержанию тяжелых минералов в почве (1 – виды, устойчивые к повышенному содержанию тяжелых минералов, 2 – виды, нуждающиеся в повышенном содержании тяжелых минералов, · – неопределенный); *AS* – чуждые виды. Зоны представлены на рис. 1.

Wskaźniki ekologiczne: *D* – wskaźnik granulometryczny gleby (1 – skały i szczeliny skalne, 2 – rumosz skalny, żwir, 3 – piasek, 4 – gliny piaszczyste i utwory pylaste, 5 – gliny ciężkie i ility); *H* – wskaźnik zawartości materii organicznej (1 – gleby ubogie w humus, 2 – gleby mineralno-próchniczne, 3 – gleby bogate w materię organiczną, · – nieokreślony); *M* – wskaźnik odporności na zwiększoną zawartość metali ciężkich w glebie (1 – gatunki tolerujące zwiększoną zawartość metali ciężkich, 2 – gatunki wymagające zwiększonej zawartości metali ciężkich, · – nieokreślony); *AS* – gatunki obce. Strefy przedstawia rys. 1.

Процесс экологической сукцессии на территории исследований инициирует, в основном, *Calamagrostis epigejos*. Этот высокий злак отличается очень широким экологическим спектром. Его обширная корневая система способствует поглощению питательных элементов не только из субстрата, но также из атмосферных осадков. Процесс быстрого заселения местности особями данного вида приводит к задернованию поверхности почвы, что,

в свою очередь, тормозит развитие других видов растений. *C. epigejos* отличается жизненной стратегией вегетативного типа, которая способствует его быстрому разрастанию на значительных пространствах.

Растительность

В результате исследований, проведенных на данном золоотвале, предварительно выявлено 96 видов сосудистых растений (табл. 1). Самое большое количество таксонов принадлежит к семействам: *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Caryophyllaceae*, а также к некоторым другим. Биологический спектр флоры составляют гемикриптофиты (рис. 2). По световым и термическим условиям таксоны не отличаются большой дифференциацией (рис. 3). Экологические требования видов относительно гранулометрического состава (*D*), гумуса (*H*), а также их устойчивость к содержанию тяжелых металлов в субстрате (*M*) представлены в табл. 1. Она также детально характеризует наличие отдельных видов во всех выявленных зонах исследуемого объекта.

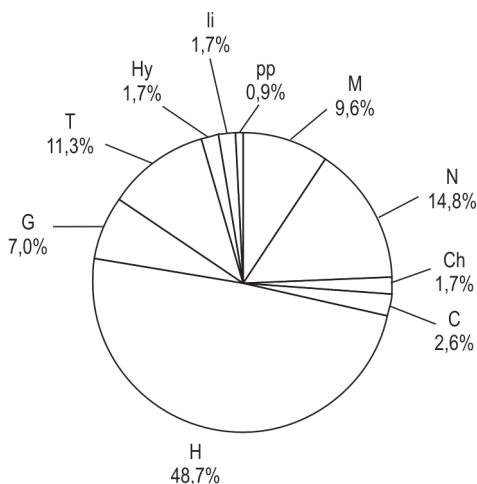


Рис. 2. Жизненные формы растений:

М – мегафанерофиты, **N** – нанофанерофиты, **Ch** – деревянистые хамефиты, **C** – травянистые хамефиты, **H** – гемикриптофиты, **G** – геофиты, **T** – терофиты, **Hy** – гидрофиты, **li** – лианы, **pp** – полупаразиты

Rys. 2. Formy życiowe roślin:

M – megafanerofity, **N** – nanofanerofity, **Ch** – chamefity drzewiaste, **C** – chamefity zielne, **H** – hemikryptofity, **G** – geofity, **T** – terofity, **Hy** – hydrofity, **li** – liany, **pp** – półpasozyty

В связи с мозаичностью биотопов, в границах данного золоотвала, наблюдается присутствие видов, характерных для многих синтаксономических единиц на уровне классов, отрядов и союзов. В пределах классов имеются виды, принадлежащие к: *Quercetea robori-petraea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Rhamno-Prunetea*, *Phragmitetea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea*. Флора представлена также рядом отрядов (*Arrhenatheretalia*, *Molinietaalia caerlueae*, *Epilobietalia angustifolii*, *Plantaginetalia majoris*, *Polygonion avicularis*) и союзов (*Alno-Ulmion*, *Dicrano-Pinion*, *Pino-Quercion*).

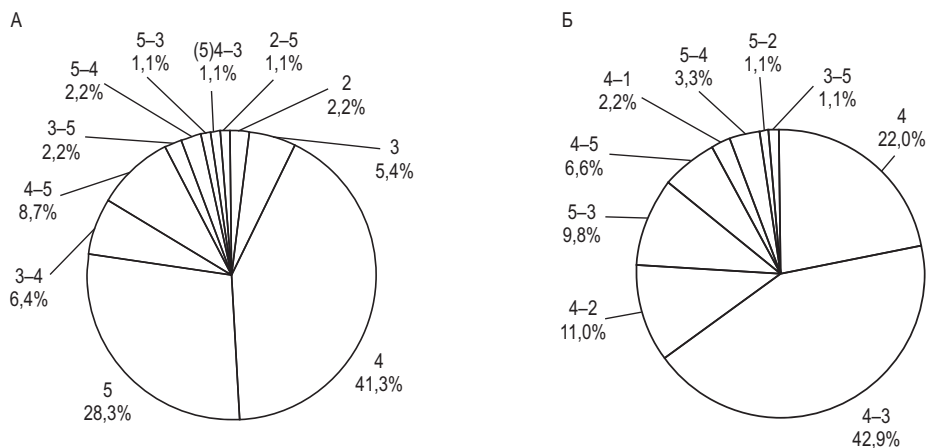


Рис. 3. Показатели световой (А) и термической (Б):

световой показатель: 2 – умеренная тень, 3 – полутень, 4 – умеренный свет, 5 – полный свет; термический показатель: 1 – наиболее холодные климатические условия, 2 – умеренно холодные условия, 3 – умеренно прохладные климатические условия, 4 – умеренно теплые климатические условия, 5 – наиболее теплые участки и микробиотопы

Рис. 3. Wskaźniki świetlny (А) i termiczny (Б):

wskaźnik świetlny: 2 – umiarkowany cień, 3 – półcień, 4 – umiarkowane światło, 5 – pełne światło; wskaźnik termiczny: 1 – najzimniejsze warunki klimatyczne, 2 – obszary umiarkowanie zimne, 3 – umiarkowanie chłodne warunki klimatyczne, 4 – umiarkowanie ciepłe warunki klimatyczne, 5 – najcieplejsze regiony i mikrosiedliska

Многочисленные виды характерны также для различных растительных сообществ, например: *Spergulo-Corynephoretum* (*Corynephorus canescens*, *Spergula morisonii*), *Diantho-Armerietum* (*Dianthus carthusianorum*), *Leucobryo-Pinetum* (*Deschampsia flexuosa*), *Arctio-Artemisietum* (*Artemisia vulgaris*, *Arctium lappa*).

Особенного внимания заслуживает крупноплощадное распространение ассоциации *Calamagrostietum epigeji* – одновидовой агрегации. Благодаря своей экологической пластичности, данный злак очень хорошо развивается даже в столь экстремальной среде. В рамках данной ассоциации другие виды сосудистых растений встречаются редко (фото 1).

Некоторую автономную зону в пределах исследуемой территории образует скопление деревьев между восточным валом главного отстойника и руслом р. Пшемши (табл. 1). Древостой слагают в основном: *Pinus sylvestris*, *Quercus rubra*, *Q. robur*, *Caragana arborescens*, *Betula pendula*, *Robinia pseudacacia*, *Alnus glutinosa*, которым сопутствуют: *Euonymus verrucosus*, *Padus serotina*, *P. avium*, *Sambucus nigra* oraz *Salix purpurea*. Это искусственное насаждение флористически очень бедное. Поодиночке здесь растут также: *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Chelidonium majus*, *Urtica dioica*. Следует подчер-



Фот. 1. Осенний аспект ассоциации *Calamagrostietum epigeji* (фот. О. Рахмонов)

Fot. 1. Zespół *Calamagrostietum epigeji* jesienią (fot. O. Rahmonov)

кнуть наличие нескольких особей охраняемого вида семейства *Orchidaceae* – *Eipactis helleborine*. Данный вид на территории Силезского воеводства находится под угрозой исчезновения (Parusel, Wika, Bula, 1996). Поверхность почвы описываемого скопления древесной растительности покрыта довольно мощным слоем органики, главным образом, дубовой листвы и хвои сосны.

Свойства техногенных почв

Материнская порода отличается исключительно техногенным характером и представляет собой смесь золы и горношахтных отходов. Такой субстрат не является благоприятным биотопом для большинства живых организмов из-за своего химического (табл. 2) и гранулометрического состава (рис. 4).

На значительных участках исследуемого объекта, и прежде всего, в пределах действующего отвала почвенный покров отсутствует. В остальных местах почвенный покров отличается ажурным характером. Гумусовые горизонты почв дифференцированы по мощности и степени разложения органического вещества, особенно под искусственными насаждениями с *Robinia pseudacacia* и *Padus serotina* (фот. 3). Морфологическая характеристика почв представлена в табл. 3.

Физико-химические свойства золы
на отвале (Maciak, 1983)

Właściwości fizykochemiczne popiołów
na składowisku (Maciak, 1983)

ТАБЛИЦА 2

TABELA 2

Избранные химические свойства		
рН	в H ₂ O	9,40
	в KCl	8,80
Потери при обжиге	процент сухой массы	4,20
Свежий пепел		95,80
Чистый пепел		13,65
SiO ₂		82,15
Nt		0,03
K ₂ O		0,09
Na ₂ O		0,08
CaO		4,93
MgO		1,41
Fe ₂ O ₃		3,15
Al ₂ O ₃		17,37
P ₂ O ₅		0,02
S		0,4,0
Тяжелые металлы		
Cu	ppm	50
Mn		413
Zn		231
Pb		24
Cr		116
Ni		74
Прочие		
B	ppm	21,5

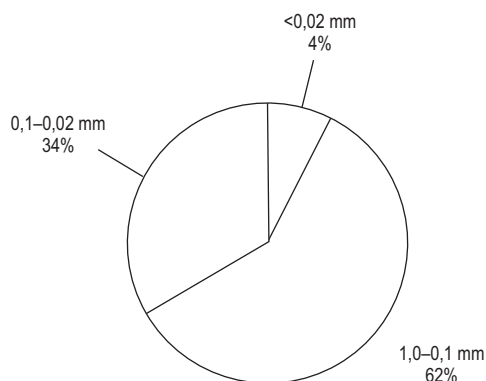


Рис. 4. Гранулометрический состав
зола (Maciak, 1983)

Rys. 4. Skład granulometryczny po-
piółów (Maciak, 1983)



Фот. 2. Почвенный профиль № 1 (фот. О. Рахмонов)

Fot. 2. Profil glebowy nr 1 (fot. O. Rahmonov)



Фот. 3. Почвенный профиль № 2 (фот. О. Рахмонов)

Fot. 3. Profil glebowy nr 2 (fot. O. Rahmonov)

Анализируемые почвенные профили отличаются типично антропогенным характером (фот. 2 и 3) и на данном этапе развития даже не образуют органических горизонтов (O). Поэтому, при их морфологическом описании (табл. 3) употреблялся термин *слой*.

Морфологическая характеристика почв

Charakterystyka morfologiczna gleb

ТАБЛИЦА 3

TABELA 3

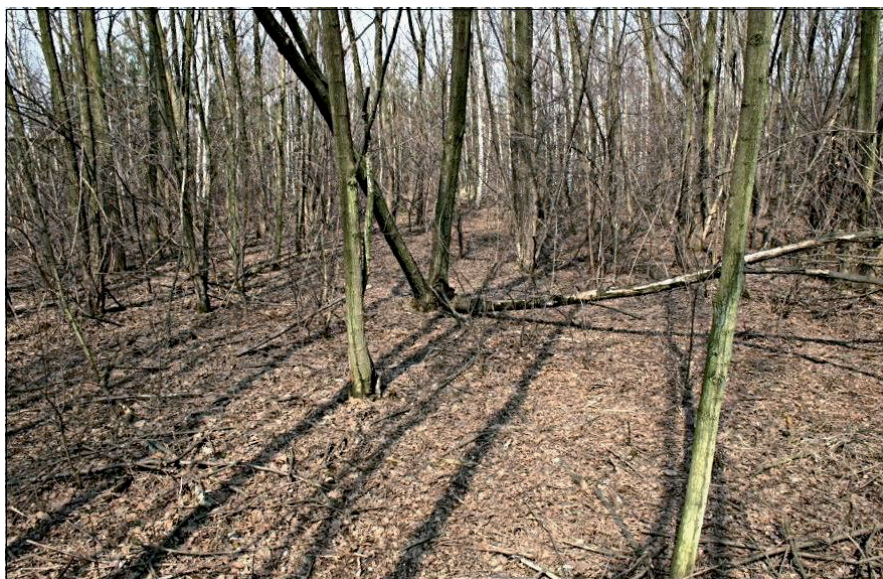
Номер профиля	Глубина залегания слоя [см]	Описание профиля	Замечания
1	0–15	сыпучий материал, гумусированный (аллохтонный слой – искусственно сформированный в связи с процессом рекультивации), без корней	фот. 2
	<15	разнозернистый материал, плотный, крошки угля и выветрелых сланцев, корни только в мелкозернистой фракции, цвет рыжий до бурого	
2	0–15	плотный материал схожий с гумусом типа <i>mull</i> , в пределах данного слоя выделяется инициальный органический горизонт (O1), мощностью 2 см, корневая система поверхностного характера (лишь в данном слое)	фот. 3
	<15	плотный слой горношахтных отходов	

По международной классификации почв исследуемые почвы относятся к *Urban soils*, *Mine soils* и *Technogenic Superficial Formations (World reference base for soil resources, 2006)*.

Обсуждение результатов

Процессы экологической сукцессии и развитие почв на техногенно деградированных территориях определяются характером субстрата и характером его нарушения. Как уже упоминалось, сукцессию в чертах отстойников инициирует и обуславливает *Calamagrostis epigejos*. Вхождение других видов растений происходит исключительно в нишах, в которых нет конкуренции, а также на подмокших участках, где *C. epigejos* просто не растет.

Валы, окаймляющие золоотвал, закреплены как деревьями, кустарниками, так и травянистой растительностью. Здесь присутствие *Calamagrostis epigejos* ничтожное и этот вид не создает дерновых пучков. В связи с этим, в данной зоне наблюдается значительная видовая дифференциация растительности в сравнении с остальными зонами золоотвала (табл. 1). Сходные результаты получены Г. Возняк (Woźniak, 2001, 2006).



Фот. 4. Насаждения с *Robinia pseudacacia* (фот. Т. Парусель)

Fot. 4. Nasadzenia z udziałem *Robinia pseudacacia* (fot. T. Parusel)



Фот. 5. *Corynephorus canescens* (фот. Т. Парусель)

Fot. 5. *Corynephorus canescens* (fot. T. Parusel)

На исследуемой территории выделенные зоны характеризуются наличием собственных эдификаторов и, в связи с этим, в большей или меньшей степени различаются между собой. В зоне «железная дорога–вал» (I) – сухой и солнечной – сомкнутое сообщество формируют *Rubus fruticosus-Prunetum spinosae* с почти полным видовым составом. В данной зоне встречаются группы деревьев, а на открытых пространствах – лугово-кустарниковые экосистемы. На поверхности наблюдаются многочисленные микроуглубления и микробугорки, наличие которых влияет, определенным образом, на видовой состав и типы растительных сообществ (табл. 1).

На значительных пространствах встречаются антропогенные насаждения с преобладанием *Robinia pseudacacia* (фот. 4), а местами с примесью *Padus serotina* (фот. 5). Данные виды, учитывая их быстрый рост и относительно небольшие биотопные требования, повсеместно используются в процессах биологической рекультивации деградированных территорий. Особую роль в этом отношении выполняет *R. pseudacacia*, способная симбиотически усваивать (азотофиксирующие бактерии) атмосферный азот. Искусственные насаждения с наличием этого вида повсеместно встречаются на территории всей Европы (Boring, Swank, 1984; Dzwonko, Loster, 1996). Молодые особи *R. pseudacacia* характеризуются очень быстрым ростом, что приводит к значительному повышению содержания азота в почве, которым могут пользоваться и другие виды деревьев, кустарников и травянистых растений. Наличие *R. pseudacacia* способствует формированию специфических растительных сообществ, сложенных местными и интродуцированными видами, в основном нитрофитными. Данное влияние усиливается на наиболее бедных субстратах, в том числе, и на деградированных территориях. Важной чертой *R. pseudacacia* является также ее способность к вегетативному росту в виде формирования многочисленных корневых отростков (Dzwonko, Loster, 1996; Rahmonov, 2009). Это способствует быстрому заселению новых пространств, что используется в рекультивационной практике.

В пределах фрагментов открытых участков главной чаши золоотвала сосудистая растительность практически не развивается. Здесьние экстремальные биотопные условия выдерживает только споровая растительность. Тут формируются мшистые дерновины с наличием *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, а также представителей лишайников рода *Cladonia* spp. Кроме того, выявлена отчетливая пленка водорослей, образующих в летний период плотную корку. Среди сосудистых растений обнаружено наличие лишь семян *Corynephorus canescens* и *Rumex acetosella* второго поколения. Несмотря на выпадение снега и отрицательные температуры воздуха в зимний период, данные участки отчасти лишены снежного покрова. Это, вероятно, связано с самонагревом субстрата вследствие термических процессов, происходящих в горношахтных отходах, используемых при рекультивации анализируемого отстойника.

На действующем отвале развиваются, в основном, пионерные виды, отличающиеся анемохорическим способом рассеивания: *Corynephorus canescens*, *Pinus sylvestris*, *Salix purpurea*, *S. rosmarinifolia*. На данной территории довольно серьезным препятствием для развития растений является также запыление воздуха, способствующее затыканию устьиц и засыпанию их ассимиляционного аппарата в целом. В летний период здесь часто имеют место небольшие пыльные бури. В таких местах формируется, прежде всего, ассоциация *Corynephorum canescens* с почти полным видовым составом (Rahmonov, Oleś, 2010; фот. 6).

На участках, непосредственно примыкающих к действующему отстойнику (рис. 1), формируется ассоциация *Phragmitetum australis*. Максимальная высота особей *Phragmites australis* достигает 3 м. Уровень воды в отстойнике нестабильный и зачастую изменяется, что оказывает влияние на биоценозы (Rahmonov, Wach, 2002).

Морфологическая и химическая дифференциация почв связана с их антропогенным характером. На исследуемом участке установлен локальный нагрев горношахтных отходов, что безусловно влияет на процессы формирования почв. Наблюдается также доминирование водорослей, грибов, лишайников и мохообразных по отношению к сосудистой растительности. Наличие первых связано с их способностью приспосабливаться к экстремальным биотопам.

Выводы

1. Выявлено влияние дифференциации форм и микроформ рельефа на тип формирующейся растительности в отдельных зонах золоотвала теплоэлектростанции Явужно III.
2. Процессы экологической сукцессии на субстрате, сложенном золой и горношахтными отходами, инициирует, в основном, *Calamagrostis epigejos*, выполняя одновременно функцию эдификатора в похожих ландшафтах.
3. Дифференциация флоры золоотвала на данной стадии сукцессии обусловлена наличием неиспользуемых экологических ниш и – одновременно – отсутствием межвидовой конкуренции.
4. Среди видов сосудистых растений встречаются, в основном, пионерные таксоны, а также виды, отличающиеся широким экологическим спектром. В связи с этим, формирующиеся растительные сообщества не указывают однозначно на финальное направление экологической сукцессии на данной территории.

5. Образующаяся почва отличается исключительно антропогенным характером и на данной стадии развития ее свойства не оказывают влияния на живые организмы (растительность и животные); свойства почв предопределены особенностями субстрата. Аллохтонные почвы золоотвала представляют собой результат рекультивации.
6. Учитывая экологические особенности комплекса золоотвалов теплоэлектростанции Явожно III, авторы статьи предлагают использовать его в качестве исследовательского полигона для изучения формирования экологических отношений между организмами в пределах территорий, подверженных интенсивному антропогенному воздействию со значительной деградацией естественной среды.

Литература

- Boring L.R., Swank W.T., 1984: The role of black locust (*Robinia pseudoacacia*) in forest succession. *Journal of Ecology*, 72, c. 749–766.
- Czyłok A., Gądek B., Tyc A., 2002: *Przyroda Mysłowic. Przewodnik przyrodniczy po mieście Mysłowice*. Mysłowice, Wydawnictwo Urzędu Miasta, c. 143.
- Družkowski M., Górski A., Loster S., Medwecka-Kornaś A., 1977: Warunki siedliskowe i flora zwałowiska popiołu w Skawinie. Kraków, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, c. 31–69.
- Dzwonko Z., Loster S., 1996: Wpływ dominujących gatunków drzew i antropogenicznych zaburzeń na wtórną sukcesję i zróżnicowanie roślinności w podmiejskim krajobrazie Krakowa. *Ochrona Przyrody*, 53, c. 3–17.
- Kondracki J., 2009: *Geografia regionalna Polski*. Warszawa, WN PWN, c. 468.
- Łączny J.M., Adamski M., 2002: Model matematyczny oddziaływania składowisk odpadów energetycznych na środowisko. Wrocław–Warszawa–Kraków, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, c. 106.
- Maciak F., 1983: Rekultywacja terenów składowisk popiołów elektrowniowych. W: *Materiały Sympozjum nt. „Ochrona i rekultywacja zasobów glebowych”*. Warszawa, c. 1–12.
- Matuszkiewicz W., 2008: *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, c. 540.
- Oleś W., Rahmonov O., 2002: The industrial dumping site „Brzozowice” in Będzin as an example of forest-park reclamation. In: *Regional aspects of land use*. Ed. V.N. Andrejczuk, V.P. Korzyk. Chernivtsy–Sosnowiec, University of Silesia, c. 135–139.
- Oleś W., Rahmonov O., Rzętała M., Malik I., Pytel S., 2004: The ways of industrial wastelands management in the landscape of Silesian Region. *Ekologia [Bratislava]*, 23, c. 244–251.
- Parusel J.B., Wika S., Buła R., 1996: *Czerwona lista roślin naczyniowych Górnego Śląska*. Katowice, Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, c. 58.
- Rahmonov O., 2009: The chemical composition of plant litter of black locust (*Robinia pseudacacia* L.) and its ecological role in sandy ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, 29, c. 237–243.
- Rahmonov O., 2010: The significance role of plants: as ecological engineers in the regeneration of destroyed sandy ecosystems by human impacts. W: *„Geographia. Studia et Dissertationes”*. T. 32. Red. T. Szczypek. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, c. 57–69.

- Rahmonov O., Kowalski W.J., Bednarek R., 2010a: Characterization of the soil organic matter and plant tissues in an initial stage of plant succession and soil development by means of Curie-point pyrolysis coupled with GC-MS. *Eurasian Soil Science*, 43, 13, c. 1557–1568.
- Rahmonov O., Oleś W., 2010: Vegetation succession over an area of a medieval ecological disaster. The case of the Błędów Desert, Poland. *Erdkunde*, 64, 3, c. 241–255.
- Rahmonov O., Parusel T., Szymczyk A., 2010b: The development of ecological systems in the area transformed by human impact (settling ponds of „Jan Kanty” black coal mine). *Anthropogenic aspects of landscape transformations*, 6, c. 88–95.
- Rahmonov O., Wach J., 2002: Functioning of the Biała Przemsza river valley within the depression cone in the Błędów Desert (Southern Poland). *Anthropogenic aspects of landscape transformations*, 2, c. 51–57.
- Rostański A., 2006: Spontaniczne kształtowanie się pokrywy roślinnej na zwalówiskach po górnictwie węgla kamiennego na Górnym Śląsku. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 230 c.
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych z dnia 3 lutego 1995 r. *Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej*, nr 121, poz. 1266.
- Ustawa – Prawo geologiczne i górnicze z dnia 4 lutego 1994 r. *Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej*, nr 228, poz. 1947.
- World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 132 c.
- Woźniak G., 2001: Flora roślin naczyniowych osadników ziemnych wód kopalnianych – nieużytków poeksploatacyjnych na Górnym Śląsku. Katowice, Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, 48 c.
- Woźniak G., 2006: Colonization process on coal mine sedimentation pools (Upper Silesia, Poland). *Polish Botanical Studies*, 22, c. 561–568.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szeląg Z., Wołek J., Korzeniak U., 2002: Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. Kraków, Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, 183 c.

Oimahmad Rahmonov, Tadeusz Szczypek, Tomasz Parusel

KSZTAŁTOWANIE SIĘ EKOSYSTEMÓW NA TERENACH ANTROPOGENICZNIE PRZEKSZTAŁCONYCH (NA PRZYKŁADZIE SKŁADOWISKA POPIOŁÓW ELEKTROWNI CIEPLNEJ)

Streszczenie

Obszary objęte intensywną działalnością człowieka charakteryzują się znacznym stopniem degradacji środowiska przyrodniczego; niejednokrotnie wszystkie jego komponenty ulegają przekształceniu. Całkowite zniszczenie pierwotnej roślinności oraz pokrywy glebowej wskutek ludzkiej działalności, jako najbardziej drastyczny przykład takich przekształceń prowadzących do zaburzeń funkcjonowania ekosystemów, obserwuje się przede wszystkim w południowej części Polski. Jednym z takich terenów jest składowisko popiołów Elektrowni „Jaworzno III”. Badania obejmowały aspekty geobotaniczne i ekologiczne terenu badań, a ich wyniki wskazują na zróżnicowanie roślinności, bezpośrednio związane z mozaiką siedlisk i mikrosiedlisk. Stwierdzono także szeroki zakres zróżnicowania wymagań ekologicznych gatunków występujących na tym ekstremalnym siedlisku. Geobotaniczna analiza flory wskazuje na przynależność taksonów do różnych grup syntakso-

nomicznych. Kierunek sukcesji roślinności zależy od mikrorzeźby oraz składu granulometrycznego i właściwości fizykochemicznych podłoża. Gleby składowiska mają genezę wybitnie antropogeniczną, skała macierzysta składa się z popiołów elektrownianych oraz odpadów pogórnictwa.

Oimahmad Rahmonov, Tadeusz Szczepiek, Tomasz Parusel

DEVELOPMENT OF ECOSYSTEMS
IN THE AREAS TRANSFORMED BY HUMAN IMPACT –
ASH LANDFILL OF POWER STATION

Summary

Areas under influence of intensive human activity are often characterized by a great degree of the natural environment degradation. Each component of the environment undergoes remodeling. The complete destruction of primary vegetation and soil cover in result of human activity is the most drastic example of leading to disturbances of ecosystems functioning as the whole was observed in south part of Poland. Investigations in this area included geobotanical and ecological investigation in term of ecological restoration. The result shows the diversity of vegetation which linked directly with mosaic of habitats and micro-habitats. Also noticed the wide ecological requirement of species in extreme environment. Geobotanical analysis of species shows the belonging taxons to different syntaxonomical groups. The soil has anthropogenic genesis and parent rock consist from post power ash. The ways of succession is various in depend of relief and granulometric composition of medium. The rate of vegetation development also conditioned by retention of in soil.

JACEK PETRYSZYN*

Porównanie sieci miejskich w sąsiadujących regionach na przykładzie „kraju” ołomunieckiego i województwa opolskiego

Zarys treści

W artykule przeprowadzono badanie porównawcze miejskich sieci osadniczych w dwóch sąsiadujących z sobą regionach na terenie Europy Środkowej. Analiza funkcjonujących współcześnie sieci miast w „kraju” ołomunieckim i województwie opolskim wykazała ich duże podobieństwo. Oba regiony cechuje gęsta sieć miast o genezie średniowiecznej. Jednakże największe zagęszczenie sieci odnotowano w uprzemysłowionych i rozwiniętych gospodarczo częściach badanych regionów. Ograniczenia rozwoju miast miały głównie przyczyny naturalne. Słabo rozwinięta sieć miast charakteryzuje obszary górskie w północnej części „kraju” ołomunieckiego oraz obszary leśne występujące na północ od Opola. Natomiast zaistniałe zmiany granic, zarówno państwowych, jak i jednostek administracyjnych, w małym stopniu przyczyniły się do zmian w miejskiej sieci osadniczej.

Wprowadzenie

Problematykę sieci osadniczej podejmowali w badaniach naukowych między innymi: geografowie, historycy i socjologowie. Termin „sieć osadnicza” jest różnie definiowany. Z upływem lat pojęcie to przekształcało się w pojęcie systemu osadniczego. D. Sokołowski (2006) sieć osadniczą rozumie zarówno jako rozmieszczenie jednostek osadniczych, jak i ich wielkość. R. Brunet (1996) uważa, że miasta są węzłami do ilościowej charakterystyki sieci. Obecnie wprowadza się systemowe ujęcie osadnictwa w postaci koncepcji miejskich systemów osadniczych, w których główną rolę odgrywają relacje między miastami. W. Maik (1993) zauważył, że chociaż pojęcie systemu jest ogólniejsze, formułuje się je

* Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec.

zwykle na podobieństwo pojęcia sieci. I. Jażdżewska (2008a) definiuje miejską sieć osadniczą jako zbiór miast (węzłów), położonych w przestrzeni geograficznej, oraz ich połączeń (linii), rozumianych głównie jako szlaki komunikacyjne, a także jako powiązania finansowe, społeczne i inne.

Wiodącym celem niniejszego artykułu jest przeprowadzenie badań porównawczych miejskich sieci osadniczych w dwóch graniczących z sobą jednostkach terytorialnych (regionach) na obszarze sąsiadujących państw Europy Środkowej, tj. w kraju (okręgu) ołomunieckim w Republice Czeskiej i w województwie opolskim w Rzeczypospolitej Polskiej. W badaniach naukowych dotyczących Czech odnoszono się zarówno do sieci miast (Čarek, 1985), jak i wybranych funkcji miast (Toušek, 1983; Horská, Maur, Musil, 2002), np. działalności handlowej (Szczyrba, 2006). W Polsce badania nad siecią osadniczą mają długą tradycję, do czego przyczynili się przede wszystkim geografowie (Biderman, 1994; Maik, 1994; Petryszyn, 2005, 2006). Większość opracowań dotyczących sieci miast miała charakter regionalny, a prace obejmowały często całe województwa (Gołachowski (red.), 1971; Runge, 1991; Petryszyn, 2003; Zuzańska-Żyśko, 2006).

Analizy matematycznej sieci osadniczej podjął się B. Kostrubiec (1972). Jego zdaniem, sieć osadniczą traktować można jako zbiór punktów, linii i powierzchni. Gęstość liczy się jako iloraz liczby elementów i powierzchni, na której one występują. Gęstość sieci miejskiej jest obliczana jako liczba miast przypadających średnio na 10 tys. km². Współczynnik urbanizacji wyraża się udziałem procentowym ludności miejskiej w stosunku do ogółu ludności. Konstrukcja dendrytu wrocławskiego polega na połączeniu odcinkiem każdego miasta z jego najbliższym sąsiadem. W pierwszej fazie konstrukcji dendrytu powstają skupienia I rzędu. Poszukiwanie najbliższego sąsiada powtarza się wśród skupień I rzędu, łącząc je w skupienia II rzędu. Konstrukcję dendrytu kończy się wtedy, gdy stanie się on spójny (Jażdżewska, 2008b).

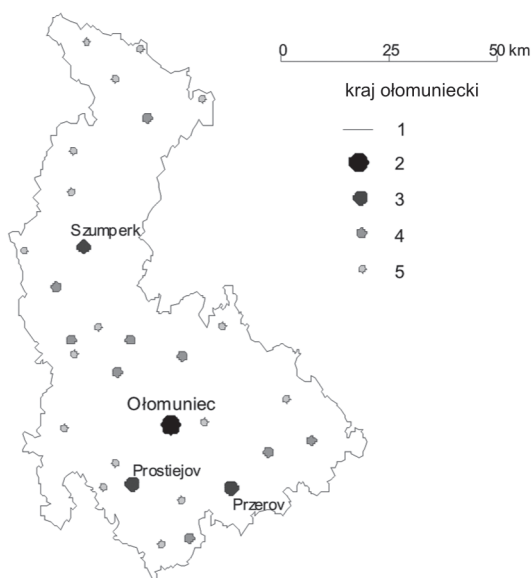
Jedną z istotnych metod przedstawiania sieci osadniczej w postaci grafu jest połączenie osiedli krawędziami według wybranego kryterium. W opracowaniu zaprezentowano miejską sieć osadniczą jako zbiór wierzchołków (miast) oraz krawędzi łączących te miasta, które leżą względem siebie w odległości mniejszej niż 25 km. Miasta tworzą regularną i spójną sieć połączeń na obszarach, w których jest ona gęsto i trwale ukształtowana (Jażdżewska, 2008a). Kształt połączeń wiele mówi o właściwościach regionalnych sieci osadniczej i stopniu rozwoju danej sieci.

Analiza porównawcza miejskich sieci

W „kraju” (okręgu) ołomunieckim w 2007 r. było 30 miast, a także kilka „miasteczek”, których nie wzięto pod uwagę w analizie sieciowej, ze względu

Grupy według wielkości miast	Miasta	Liczba mieszkańców w 2007 r.	Udział ludności miast w grupach [%]	Liczba miast w poszczególnych grupach	Udział liczby miast w grupach [%]
Duże miasto	Olomouc	100 373	27	1	3
Średnie miasta	Přerov	47 037	33	3	10
	Prostějov	45 675			
	Šumperk	27 946			
Małe miasta	Hranice	19 415	29	9	30
	Zábřeh	14 185			
	Šternberk	13 864			
	Jeseník	12 209			
	Uničov	12 095			
	Litovel	10 131			
	Mohelnice	9 700			
	Lipník nad Bečvou	8 397			
	Kojetín	6 429			
Najmniejsze miasta	Zlaté Hory	4 303	11	17	57
	Hanušovice	3 438			
	Moravský Beroun	3 312			
	Loštice	3 069			
	Javorník	2 980			
	Velká Bystřice	2 964			
	Konice	2 893			
	Kostelec na Hané	2 875			
	Tovačov	2 577			
	Plumlov	2 461			
	Němčice nad Hanou	2 176			
	Štítý	2 024			
	Staré Město	1 955			
	Vidnava	1 405			
	Žulová	1 301			
	Úsov	1 202			
	Potštát	1 187			
Razem	kraj olomuniecki	369 578	100	30	100

Opracowanie własne na podstawie www.czso.cz.



Rys. 1. Sieć miast w „kraju” olomunieckim:

1 – granica regionu, 2 – miasta powyżej 100 tys. mieszkańców, 3 – miasta od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców, 4 – miasta od 5 tys. do 20 tys. mieszkańców, 5 – miasta poniżej 5 tys. mieszkańców

Fig. 1. Network of towns in the Olomouc district:

1 – border of region, 2 – towns with population more than 100 000, 3 – towns with population 20 000–100 000, 4 – towns with population 5 000–20 000, 5 – towns with population less than 5 000

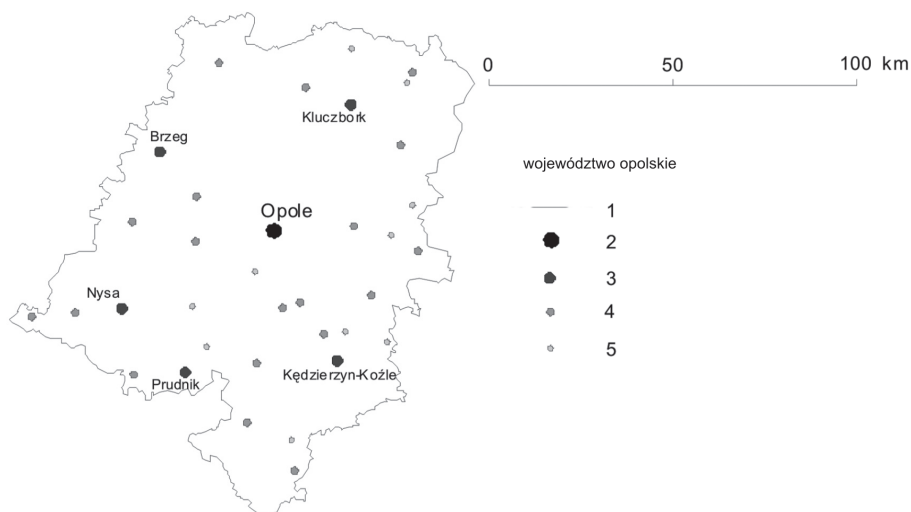
na brak możliwości porównania tych jednostek z ich polskimi odpowiednikami. Wśród miast wyróżniają się Olomuniec, duży ośrodek miejski liczący ponad 100 tys. mieszkańców, trzy średnie miasta (od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców) oraz bardzo liczna grupa małych miast, liczących mniej niż 20 tys. mieszkańców, w tym podgrupa 17 najmniejszych miast, poniżej 5 tys. mieszkańców (tabela 1). Olomuniec znajduje się na południu „kraju”, w centrum jego większej południowej części (rys. 1). Dwa średnie miasta (Prostějov, Přerov) leżą na południe od Olomuńca, a jedno (Šumperk) w jego węższej środkowej części. Na północy okręgu aktualnie występują wyłącznie małe miasta. Z wyjątkiem nieco większego Jesenika, są tam tylko najmniejsze z nich, jednak rozmieszczone dość równomiernie na całym obszarze. Większe zagęszczenie małych miast zaobserwowano na północny zachód i południe od Olomuńca.

Województwo opolskie ma na swym obszarze 35 miast, w tym największe – stołeczne Opole jako jedyne duże miasto, pięć miast średnich i aż 29 małych miast, wśród których stosunkowo mało liczne są te najmniejsze (tabela 2). Kędzierzyn-Koźle, największe spośród średnich miast, w 2007 r. liczyło ok. 65 tys. mieszkańców, trochę mniejsza była Nysa oraz Brzeg. Miasto wojewódzkie Opole znajduje się w centrum regionu, a średnie miasta otaczają je w znacznym oddaleniu, przy czym

Grupy według wielkości miast	Miasta	Liczba mieszkańców w 2007 r.	Udział ludności miast w grupach [%]	Liczba miast w poszczególnych grupach	Udział liczby miast w grupach [%]
Duże miasto	Opole	126 748	23	1	3
Średnie miasta	Kędzierzyn-Koźle	65 161	36	5	14
	Nysa	47 027			
	Brzeg	37 842			
	Kluczbork	25 583			
	Prudnik	22 927			
Małe miasta	Strzelce Opolskie	19 853	36	19	54
	Krapkowice	17 840			
	Namysłów	16 358			
	Głucholazy	14 879			
	Głubczyce	13 333			
	Zdzieszowice	13 127			
	Olesno	10 060			
	Ozimek	9 811			
	Grodków	8 709			
	Praszka	8 161			
	Zawadzkie	8 146			
	Paczków	8 125			
	Niemodlin	6 856			
	Kietrz	6 317			
	Wołczyn	6 117			
	Gogolin	6 089			
	Lewin Brzeski	5 846			
	Głogówek	5 742			
	Otmuchów	5 211			
Najmniejsze miasta	Dobrodzień	4 045	5	10	29
	Byczyna	3 661			
	Kolonowskie	3 399			
	Baborów	3 136			
	Leśnica	2 905			
	Prószków	2 701			
	Biała	2 598			
	Gorzów Śląski	2 581			
	Korfantów	1 861			
	Ujazd	1 640			
Razem	województwo opolskie	544 395	100	35	100

Opracowanie własne na podstawie www.stat.gov.pl.

Brzeg i Nysa znajdują się blisko zachodniej granicy, Prudnik i Kędzierzyn-Koźle leżą na południu województwa, a Kluczbork jest głównym ośrodkiem w jego północnej części (rys. 2). Małe miasta rozrzucone są na całym obszarze, jednak największe ich zgrupowanie występuje w południowo-zachodnim fragmencie regionu.



Rys. 2. Sieć miast w województwie opolskim:

1 – granica regionu, 2 – miasta powyżej 100 tys. mieszkańców, 3 – miasta od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców, 4 – miasta od 5 tys. do 20 tys. mieszkańców, 5 – miasta poniżej 5 tys. mieszkańców

Fig. 2. Network of towns in the Opole district:

1 – border of region, 2 – towns with population more than 100 000, 3 – towns with population 20 000–100 000, 4 – towns with population 5 000–20 000, 5 – towns with population less than 5 000

Gęstość zaludnienia jest nieco wyższa w „kraju” ołomunieckim (122 os. km²) niż w województwie opolskim, gdzie wynosi 110 os./km². Obie wartości są niższe od średnich gęstości zaludnienia w poszczególnych krajach (tabela 3). Współczynnik urbanizacji jest również większy w „kraju” ołomunieckim (58%) aniżeli w województwie opolskim (53%), przy czym w obu przypadkach są to wartości znacząco mniejsze od średnich krajowych (70% w Republice Czeskiej i 61% w Polsce). W obu regionach współczynnik ten wykazywał spore różnice w ujęciu powiatowym. Nadmienić należy, że w Republice Czeskiej jednostka „powiat” (okres) po 2002 r. służy głównie do celów statystycznych. Najmniejsze wartości współczynników urbanizacji wykazały powiat Jeseník (47%) i powiat namysłowski (37%), a największe – powiat Olomouc i Přerov (63%) oraz powiat kędzierzyńsko-kozielski (64%).

W porównaniu z województwem opolskim gęstość sieci miast w „kraju” ołomunieckim jest bardzo wysoka, wynosi bowiem aż 57 miast/10 tys. km². Jednakże porównując ten wskaźnik z całym terytorium Republiki Czeskiej, okazuje się, że nie jest to wartość zbyt duża (tabela 3). Z kolei w województwie opolskim gęstość

Gęstość zaludnienia i gęstość sieci miast według powiatów w regionie ołomunieckim i opolskim TABELA 3

The density of population and towns by counties of Olomouc and Opole districts

TABLE 3

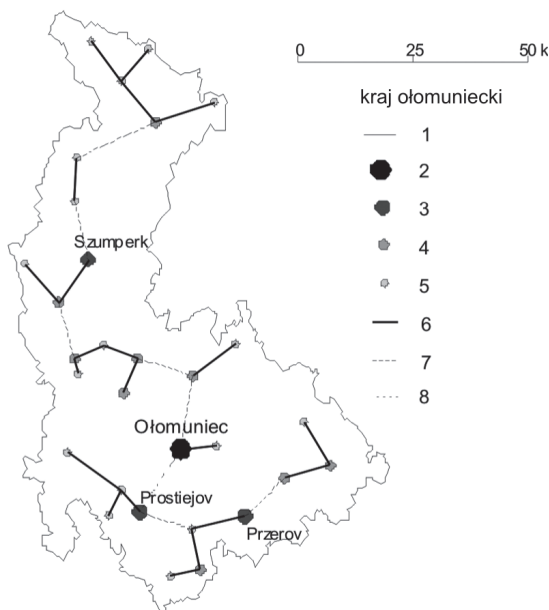
Powiaty (okresy)	Powierzchnia [km ²]	Ludność na 1 km ²	Współczynnik urbanizacji [%]	Liczba miast	Liczba miast na 10 tys. km ²
Jeseník	719	58	47	5	70
Olomouc	1 620	141	63	6	37
Prostějov	777	142	53	5	64
Přerov	845	159	63	6	71
Šumperk	1 313	95	51	8	61
Olomoucký kraj	5 267	122	58	30	57
Republika Czeska	78 867	132	70	588	75
Brzeski	876	105	57	3	34
Głubczycki	673	74	46	3	45
Kędzierzyńsko-kozielski	625	162	64	1	16
Kluczborski	852	82	51	3	35
Krapkowicki	442	152	55	3	68
Namysławski	748	59	37	1	13
Nyski	1 224	118	53	5	41
Oleski	973	70	37	4	41
Opolski + Opole	1 683	155	56	4	24
Prudnicki	572	104	53	3	52
Strzelecki	744	107	45	5	67
Województwo opolskie	9 412	110	53	35	37
Polska	312 679	122	61	891	28

Opracowanie własne na podstawie www.czso.cz, www.stat.gov.pl.

sieci miast osiąga sporą wartość (37 miast/10 tys. km²) na tle średniej krajowej (28 miast/10 tys. km² w Polsce). Poszczególne powiaty wykazują spore różnice wartości; minimum wystąpiło w powiecie namysławskim (13 miast/10 tys. km²) i kędzierzyńsko-kozielskim (16 miast/10 tys. km²), a maksimum w powiatach: Přerov (71 miast/10 tys. km²), Jeseník (70 miast/10 tys. km²), krapkowickim (68 miast/10 tys. km²) i strzeleckim (37 miast/10 tys. km²).

Zestawiając strukturę liczebności miast obu regionów w czterech grupach wielkościowych, łatwo zauważyć podobieństwo udziału w grupie dużych i średnich miast (por. tabela 1 i 2). Natomiast duże zróżnicowanie liczebności wykazały miasta najmniejsze, liczące poniżej 5 tys. mieszkańców, jest ich zdecydowanie najwięcej w „kraju” ołomunieckim (57%), oraz małe miasta liczące od 5 tys. do 20 tys. osób, których jest szczególnie dużo w województwie opolskim (54%). Porównanie struktury ludności miejskiej w poszczególnych grupach miast w dwóch analizowanych regionach wykazało stosunkowo spory udział ludności Ołomuńca (27%) i najmniejszych miast (11%) w „kraju” ołomunieckim oraz większych spośród małych miast (36%) i średnich miast (36%) w województwie opolskim (por. tabela 1 i 2).

Metoda dendrytu wrocławskiego ukazuje najmniejsze oddalenie miast. W obu badanych regionach miasta najpierw połączyły się w skupienia I rzędu, następnie utworzyły się po dwa skupienia II rzędu, które w ostatnim kroku procedury połączono jedną krawędzią w skupienia III rzędu, a jednocześnie dendryty. W „kraju” ołomunieckim jedno skupienie II rzędu utworzyły miasta na północy i w centrum obszaru, wraz z Ołomuńcem. Powstał w ten sposób ciąg krawędzi na linii północ – południe (rys. 3). Drugie skupienie rozpięte zostało między miastami w południowej części okręgu (między innymi Prostějov i Přerov), głównie na linii wschód – zachód. Krawędź Ołomuniec – Prostějov połączyła oba skupienia. Zaznaczyła się tu rola stołecznego miasta jako istotnego węzła, wokół którego występuje duże oddalenie innych miast, z wyjątkiem jednego ośrodka satelitarnego w kierunku wschodnim (Velka Bystrice).



Rys. 3. Dendryt wrocławski miast w „kraju” ołomunieckim:

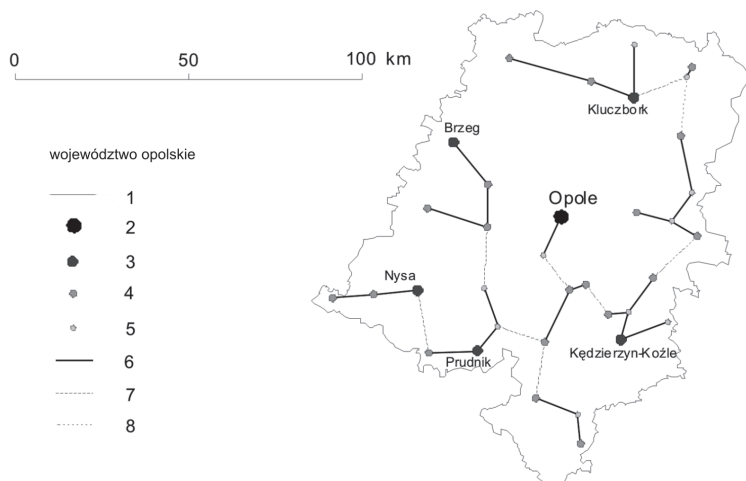
1 – granica regionu, 2 – miasta powyżej 100 tys. mieszkańców, 3 – miasta od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców, 4 – miasta od 5 tys. do 20 tys. mieszkańców, 5 – miasta poniżej 5 tys. mieszkańców, 6 – połączenia I rzędu, 7 – połączenia II rzędu, 8 – połączenia III rzędu

Fig. 3. The shortest dendrite in the Olomouc district:

1 – border of region, 2 – towns with population more than 100 000, 3 – towns with population 20 000–100 000, 4 – towns with population 5 000–20 000, 5 – towns with population less than 5 000, 6 – connections of 1st level, 7 – connections of 2nd level, 8 – connections of 3rd level

Odmienny rozkład przestrzenny występuje w województwie opolskim. Większość miast objęło skupienie II rzędu w południowej i środkowej części obszaru, z licznymi odgałęzieniami, na końcu których znalazły się takie miasta, jak Brzeg,

Grodków czy Opole (rys. 4). Centralnie położone Opole stanowi „liść” dendrytu, ze względu na bardzo duże oddalenie innych miast na północy, gdzie występują rozległe kompleksy leśne. Drugie skupienie II rzędu objęło tylko 6 miast w pobliżu północnej granicy województwa. Połączenie obu skupień w dendryt nastąpiło między peryferyjnie położonymi miastami (Olesnem i Gorzowem Śląskim).



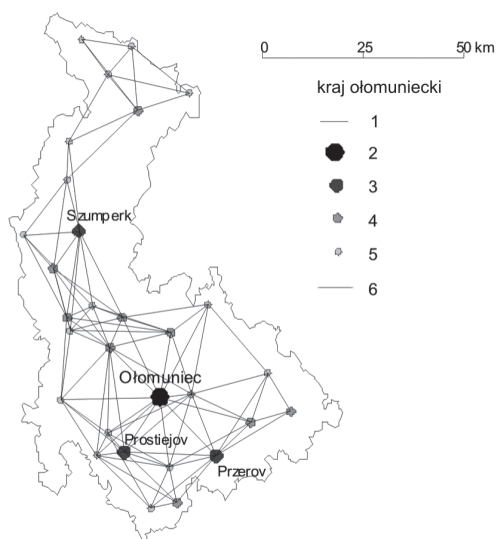
Rys. 4. Dendryt wrocławski miast w województwie opolskim:

1 – granica regionu, 2 – miasta powyżej 100 tys. mieszkańców, 3 – miasta od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców, 4 – miasta od 5 tys. do 20 tys. mieszkańców, 5 – miasta poniżej 5 tys. mieszkańców, 6 – połączenia I rzędu, 7 – połączenia II rzędu, 8 – połączenia III rzędu

Fig. 4. The shortest dendrite in the Opole district:

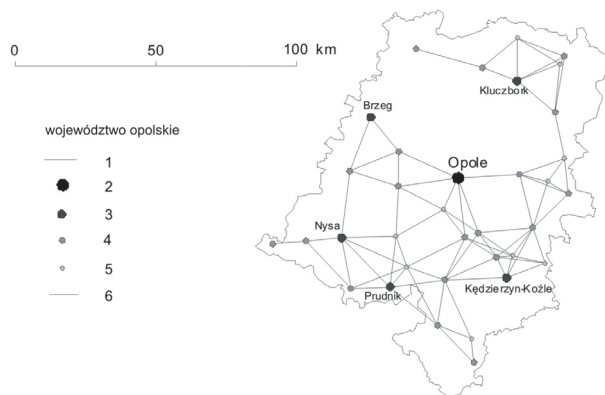
1 – border of region, 2 – towns with population more than 100 000, 3 – towns with population 20 000–100 000, 4 – towns with population 5 000–20 000, 5 – towns with population less than 5 000, 6 – connections of 1st level, 7 – connections of 2nd level, 8 – connections of 3rd level

Grafy połączeń miast leżących bliżej siebie niż 25 km w linii prostej potwierdziły i uzupełniły poczynione wcześniej obserwacje. Oba grafy są spójne i w obu regionach najgęstsza sieć połączeń wystąpiła w południowych częściach tych obszarów. Ołomuniec znajduje się w centrum wiązki krawędzi, otacza go gęsta sieć połączeń, szczególnie po stronie południowej i w kierunku północno-zachodnim (rys. 5). Wyodrębniający się fragment grafu istnieje na północy „kraju” ołomunieckiego. Łączy się on z całą siecią głównie za pomocą węzła Hanušovice, które stały się miastem dopiero po drugiej wojnie światowej. Kilka innych nowych miast, leżących peryferyjnie na południowy zachód od Ołomuńca, również przyczyniło się do zagęszczenia sieci krawędzi w grafie. Z kolei w województwie opolskim wyodrębniły się wyraźnie dwie części grafu (rys. 6). Jedna, łącząca miasta leżące na południe od linii Brzeg – Opole – Dobrodzień, i druga na północ od tej linii. Rozdziela je szeroki pas Borów Stobrawskich. Miasta oddalone na północ od Opola łączy z pozostałymi tylko „most” krawędziowy (Dobrodzień – Olesno).



Rys. 5. Graf ilustrujący połączenia miast regionu olomunieckiego o długości poniżej 25 km:
 1 – granica regionu, 2 – miasta powyżej 100 tys. mieszkańców, 3 – miasta od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców, 4 – miasta od 5 tys. do 20 tys. mieszkańców, 5 – miasta poniżej 5 tys. mieszkańców, 6 – połączenia o długości poniżej 25 km

Fig. 5. The graph of connections less than 25 km in the Olomouc district:
 1 – border of region, 2 – towns with population more than 100 000, 3 – towns with population 20 000–100 000, 4 – towns with population 5 000–20 000, 5 – towns with population less than 5 000, 6 – connections < 25 km



Rys. 6. Graf ilustrujący połączenia miast regionu opolskiego o długości poniżej 25 km:
 1 – granica regionu, 2 – miasta powyżej 100 tys. mieszkańców, 3 – miasta od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców, 4 – miasta od 5 tys. do 20 tys. mieszkańców, 5 – miasta poniżej 5 tys. mieszkańców, 6 – połączenia o długości poniżej 25 km

Fig. 6. The graph of connections less than 25 km in the Opole district:
 1 – border of region, 2 – towns with population more than 100 000, 3 – towns with population 20 000–100 000, 4 – towns with population 5 000–20 000, 5 – towns with population less than 5 000, 6 – connections o długości poniżej 25 km

Charakterystyka geograficzno-historyczna najważniejszych miast

Ołomuniec w sieci czeskich miast stanowi piąty co do wielkości ośrodek, a drugi na Morawach (Horská, Maur, Musil, 2002), gdzie znacznie większe jest Brno (w XVIII i XIX w. większa była również Jihlava). Od 1063 r. Ołomuniec jest drugim najstarszym biskupstwem na ziemiach czeskich, podwyższonym do rangi arcybiskupstwa w 1777 r. Miasto to intensywnie rozwijało się od XIV w.; do 1642 r. było stolicą Moraw; później pod tym względem zastąpiło je Brno. Uniwersytet, powołany w 1573 r., działał w Ołomuńcu do połowy XIX w.; restytuowany po drugiej wojnie światowej dziś jest liczącą się uczelnią Czech. W sieci miast „kraju” ołomunieckiego ważnym ośrodkiem jest także Prostějov, rozwijający się od XV w. znaczący ośrodek przemysłowy XIX w., który był jednym z 15 największych czeskich miast, jak również Přerov, stare królewskie miasto (Čarek, 1985), które odegrało wiodącą rolę w sferze kultury i zmian społecznych na Morawach.

Opole wprawdzie jest dopiero 28. miastem w Polsce pod względem wielkości (a 13. na Śląsku), ale stanowi jedno z najstarszych i najważniejszych w historii naszego kraju. Już w IX w. było grodem Opolan, plemienia w państwie Piastów. W XII w. zostało siedzibą namiestnika, a na początku XIII w., jako jedno z pierwszych, Opole uzyskało prawa miejskie. Od końca XIII w. do XVI w. było już siedzibą odrębnego księstwa (Drabina, 1987). Pruska władza ustanowiła w tym mieście siedzibę regencji w 1816 r., co przyczyniło się do dalszego rozwoju Opola, które w 1919 r. zostało stolicą prowincji Górny Śląsk. Po włączeniu większości Śląska do państwa polskiego Opole stało się jednym z 17 miast wojewódzkich (od 1950 r.). Mimo różnych zmian terytorialnych w Polsce, nadal pełni funkcję miasta wojewódzkiego, chociaż w nieco innych niż na początku granicach. W drugiej połowie XX w. miasto wzbogaciło się o wyższe uczelnie, w tym uniwersytet i politechnikę. Współcześnie Opole stanowi liczący się ośrodek usługowy, pełni również rozwiniętą funkcję przemysłową.

Spośród innych ważnych miast województwa opolskiego wymienić należy Nysę, Brzeg i Kędzierzyn-Koźle. Dwa pierwsze są równie starymi miastami jak Opole, przez długi czas odgrywały także rolę stolic samodzielnych księstw i liczących się ośrodków w sieci miast Europy Środkowej. Nysa w XIII w. została głównym miastem rozległych posiadłości biskupów wrocławskich, aż do 1810 r. przetrwało niezależne księstwo nyskie jako odrębna jednostka terytorialna (Eysymontt, 2009). Cały czas miasto odgrywa rolę ośrodka handlowego i usługowego (szczególnie w szkolnictwie). Podobnie Brzeg jest bardzo starym miastem, które przez kilka stuleci pełniło funkcję stolicy niezależnego księstwa. Z kolei Kędzierzyn-Koźle obecnie jest jednym z największych ośrodków przemysłowych w kraju, a jego rozległa powierzchnia powstała z połączenia czterech miast (Koźla, Kędzierzyna, Kłodnicy i Sławęcic) oraz kilku wsi.

Podsumowanie

Przeprowadzona ocena funkcjonujących współcześnie miejskich systemów osadniczych w „kraju” ołomunieckim i województwie opolskim potwierdziła ich duże podobieństwo. Jednakże w „kraju” ołomunieckim odnotowano większą liczbę najmniejszych miast, liczących mniej niż 5 tys. mieszkańców, w tym 5 nawet poniżej 2 tys. mieszkańców. Z kolei w województwie opolskim duży udział w strukturze ludności miejskiej zajmują miasta średnie i większe spośród małych. Oba regiony cechują się gęstą siecią miast o genezie średniowiecznej. Jednakże największe zagęszczenie sieci możemy zaobserwować w uprzemysłowionych i rozwiniętych gospodarczo częściach regionów, gdzie system powiększył się o kilka miast powstałych w XX w. (utworzył się graf pełny).

Występujące bariery geograficzne, ograniczające rozwój systemu miast, mają głównie przyczyny naturalne, jak stosunkowo wysoko położone i słabo zamieszkałe obszary górskie w północnej części „kraju” ołomunieckiego czy duże i zwarte kompleksy leśne występujące na północ od Opola. Okazuje się, że zaistniałe na badanym obszarze zmiany granic, zarówno państwowych, jak i innych jednostek administracyjnych, w małym stopniu przyczyniły się do zmian miejskiej sieci osadniczej. W nowej sytuacji politycznej odradzają się więzi miast śląskich na północy „kraju” ołomunieckiego i południowym zachodzie województwa opolskiego, na pograniczu między Jesenikiem a Nysą.

Literatura

- Biderman E., 1994: Badania sieci osadniczej w Polsce w latach 1918–1993. W: *Geografia osadnictwa i ludności w niepodległej Polsce. Lata 1918–1993. T. 2: Kierunki badań naukowych*. Red. S. Liszewski. Łódź, PTG.
- Brunet R., 1996: *L'Europe des reseaux*, in D. Pumain. In: *Urban Networks in Europe*. Red. T. Saint-Julien. Paris, John Libbey Eurotext.
- Čarek J., 1985: *Městské znaky v českých zemích*. Praha, ACADEMIA.
- Drabina J., 1987: *Miasta Śląska w średniowieczu*. Katowice.
- Eysymontt R., 2009: *Kod genetyczny miasta. Średniowieczne miasta lokacyjne Dolnego Śląska na tle urbanistyki europejskiej*. Wrocław, VIA NOVA.
- Golachowski S. (red.), 1971: *Struktury i procesy osadnicze. Opole–Wrocław*, Instytut Śląski w Opolu, PWN.
- Horská P., Maur E., Musil J., 2002: *Zrod velkoměsta. Urbanizace českých zemí a Europa*. Praha–Litomyšl, PASEKA.
- Jażdżewska I., 2008a: *Przemiany miejskiej sieci osadniczej w Polsce w świetle metod matematycznych*. Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Jażdżewska I., 2008b: *Sieć i system osadniczy miast*. W: *Geografia urbanistyczna*. Red. S. Liszewski. Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 321–354.

- Kostrubiec B., 1972: Analiza zjawisk koncentracji w sieci osadniczej. Problemy metodyczne. W: „Prace Geograficzne”. T. 93. Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk, IG PAN, Ossolineum.
- Maik W., 1993: Koncepcja lokalnych systemów osadniczych. Założenia i perspektywy badawcze. W: Problematyka lokalnych systemów osadniczych. Red. W. Maik. Toruń, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.
- Maik W., 1994: Badania systemów osadniczych w Polsce w latach 1970–1993. W: Geografia osadnictwa i ludności w niepodległej Polsce. Lata 1970–1993. T. 2: Kierunki badań naukowych. Red. S. Liszewski. Łódź, PTG.
- Petryszyn J., 2003: Występowanie instytucji poziomu powiatowego w miastach województw katowickiego i opolskiego w 1998 r. W: „Geographia. Studia et Dissertationes”. T. 26. Red. T. Szczypiek. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.
- Petryszyn J., 2005: Instytucyjne podstawy ośrodków centralnych poziomu powiatowego w Polsce. W: „Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego”. 38. Sosnowiec, Wydział Nauk o Ziemi.
- Petryszyn J., 2006: The Base of Institutions in County Centres in Poland. Bulletin of Geography. socio-economic series, No 5. Toruń, Nicolaus Copernicus University.
- Runge J., 1991: Dojazdy do pracy w przestrzennej strukturze powiązań miast województwa katowickiego. Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.
- Sokołowski D., 2006: Funkcje centralne i hierarchia funkcjonalna miast w Polsce. Toruń, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.
- Szczyrba Z., 2006: Geografie obchodu – se zaměřením na současné trendy v maloobchodě, Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc, Přírodovědecká Fakulta.
- Toušek V., 1983: Role měst v systému osídlení ČSR. Brno, Geografický ústav ČSAV. Zuzánska-Žýsko E., 2006: Małe miasta w okresie transformacji. Studium w regionie śląskim. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk”.

Яцек Петрышин

СРАВНЕНИЕ СЕТИ ГОРОДОВ СОСЕДНИХ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕРОВ ОЛОМОУЦКОГО КРАЯ И ОПОЛЬСКОГО ВОЕВОДСТВА

Резюме

В статье сравниваются сети городов в пределах административных единиц соседних стран – Оломоуцкого края в Чехии и Опольского воеводства в Польше. Среди 30 городов Оломоуцкого края имеются: крупный город Оломоуц, 3 средних и очень много малых городов. Подобная ситуация существует в Опольском воеводстве, где имеются 35 городов: крупный город Ополе, 5 средних и 29 малых городов, в которых проживает менее 20 тыс. жителей. Научное исследование современных сетей городского поселения показывает, что эти сети хоть и расположены в разных странах, весьма схожи. В обоих регионах существует густая сеть городов со времен средневековья, хотя наибольшей густотой характеризуются промышленно развитые части исследованных регионов. Ограничения развития городов в этих регионах имели естественные причины: горный рельеф Оломоуцкого края и залесенность местности (Опольское воеводство). Показано, что передвижения государственных и административных границ практически не повлияли на структуру сети городского расселения.

THE COMPARISON OF THE URBAN SETTLEMENT NETWORKS
IN NEIGHBOURING REGIONS:
AN EXAMPLE OF OLOMOUC 'KRAJ' AND OPOLE PROVINCE

Summary

In this article, comparative studies of the urban settlement network in two neighbouring territorial units of the Czech Republic and the Republic of Poland, i.e. Olomouc 'kraj' and Opole province were undertaken. In Olomouc 'kraj' there are Olomouc (city), with more than 100,000 inhabitants, three medium towns, and a quite large group of small towns. The Opole province includes 35 towns, with Opole as the only large city, five medium towns, and twenty-nine small towns. As a result of the carried out evaluation of today existing urban settlement networks in two districts their large similarity has been found. Both districts are characterised by a high dense network of towns with medieval genesis. The densest urban network can be observed in industrial and economically developed parts of the districts. The appearing geographical barriers, which limit the development of the system of the towns, have mainly natural causes, such as location at a relatively high elevation and fairly inhabited mountain areas in the northern part of the Olomouc 'kraj' or large forest complexes north of Opole. It occurs that the changes of the country and administrative borders that has taken place contribute to the changes in the urban settlement network in a small extent.

Redaktor
BARBARA TODOS-BURNY

Projektant okładki i strony tytułowej

MAREK MOSIŃSKI

Redaktor techniczny
BARBARA ARENHÖVEL

Korektor
LIDIA SZUMIGAŁA

Skład i łamanie
ALICJA ZAŁĘCKA

Copyright © 2012 by
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego
Wszelkie prawa zastrzeżone

Wydawca
WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU ŚLĄSKIEGO
UL. BANKOWA 12B, 40-007 KATOWICE
www.wydawnictwo.us.edu.pl
e-mail: wydawus@us.edu.pl

Wydanie I. Nakład: 150 + 50 egz. Ark. druk. 5,75.
Ark. wyd. 6,0. Papier offset. kl. III, 90 g

Cena 8 zł (+ VAT)

Druk i oprawa: PPHU TOTEM s.c.,
M. Rejnowski, J. Zamiara
ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław

ISSN 0208-6336
ISSN 0208-5054

CENA 8 ZŁ
(+ VAT)

ISSN 0208-6336
ISSN 0208-5054